

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW, GARRETT & DUNNER, L.L.P.

1300 I STREET, N. W.
WASHINGTON, DC 20005-3315

202 • 408 • 4000
FACSIMILE 202 • 408 • 4400

T. Witcher
9-13-01
#2



ATLANTA
404 • 653 • 6400
PALO ALTO
650 • 849 • 6600

WRITER'S DIRECT DIAL NUMBER:

TOKYO
011 • 813 • 3431 • 6943
BRUSSELS
011 • 322 • 646 • 0353

(202) 408-4020

May 2, 2001

ATTORNEY DOCKET NO.: 02860.0678
CUSTOMER NUMBER: 22,852

Box Patent Application
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

New U.S. Patent Application
Title: OPTICAL PICK-UP APPARATUS
Inventors: Tohru KIMURA and Kohei OTA

Sir:

We enclose the following papers for filing in the United States Patent and Trademark Office in connection with the above patent application.

1. Application - 322 pages, including 4 independent claims and 48 claims total.
2. Drawings - 48 sheets of formal drawings containing 65 figures.
3. Declaration and Power of Attorney.
4. Recordation Form Cover Sheet and Assignment to Konica Corporation.
5. Certified copy of Japanese Application No. 139836/2000, filed May 12, 2000.
6. Certified copy of Japanese Application No. 189466/2000, filed June 23, 2000.
7. Certified copy of Japanese Application No. 262372/2000, filed August 31, 2000.
8. Certified copy of Japanese Application No. 330009/2000, filed October 30, 2000.

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW, GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Assistant Commissioner of Patents

May 2, 2001

Page 2

9. Certified copy of Japanese Application No. 392333/2000, filed December 25, 2000.
10. The filing fee is calculated as follows:

					\$710	\$ 710.00
Basic Application Filing Fee	Number of Claims		Basic	Extra Claims		
Total Claims	48	-	20	28	x \$18	504.00
Independent Claims	4	-	3	1	x \$80	80.00
[] Presentation of Multiple Dep. Claim(s)					+\$270	
					Subtotal	\$ 1294.00
					Reduction by 1/2 if small entity	-
					TOTAL APPLICATION FILING FEE	\$ 1294.00

11. A check for \$1334.00 is enclosed. The fee includes:

\$710.00 filing fee;
\$584.00 additional claims fee; and
\$40.00 Assignment recordation fee.

Applicants claim the right to priority based on Japanese Application No. 139836/2000, filed May 12, 2000, Japanese Application No. 189466/2000, filed June 23, 2000, Japanese Application No. 262372/2000, filed August 31, 2000, Japanese Application No. 330009/2000, filed October 30, 2000, and Japanese Application No. 392333/2000, filed December 25, 2000.

Please address all correspondence with respect to this application to:

Finnegan, Henderson, Farabow,
Garrett & Dunner, L.L.P.
1300 I Street, N.W.
Washington, D.C. 20005-3315

Please accord this application a serial number and filing date and record and return the Assignment to the undersigned.

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW, GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Assistant Commissioner of Patents

May 2, 2001

Page 3

The Commissioner is hereby authorized to charge any additional filing fees due and any other fees due under 37 C.F.R. § 1.16 or § 1.17 during the pendency of this application to our Deposit Account No. 06-0916.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

By: David W. Hill
David W. Hill
Reg. No. 28,220

DWH/FPD/peg
Enclosures

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC978 U.S.P.
09/846238
05/02/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 5月12日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-139836

出 願 人
Applicant(s):

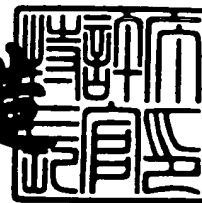
コニカ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3014049

【書類名】 特許願
【整理番号】 DTM00356
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G03B 27/58
F16C 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 木村 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000001270

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代表者】 植松 富司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012265

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置、両面非球面単玉対物レンズ及び対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、

前記対物レンズは、少なくとも 1 枚のプラスチック材料からなるレンズを含み

前記光源と前記対物レンズとの間に、温度 $-30^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $5\% \sim 90\%$ の間の環境変化に対する対物レンズの形状及び屈折率の少なくとも一方が変化するために生じる球面収差の変動と、前記光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動とを補正する手段を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 発振波長 λ の光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、

前記光源と前記対物レンズとの間に球面収差の変動を補正する手段を設け、

前記球面収差の変動を補正する手段は、 $0.2\lambda_{\text{rms}}$ までの球面収差を $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 以下に補正可能であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 3】 前記球面収差の変動を補正する手段は、 $0.5\lambda_{\text{rms}}$ までの球面収差を $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 以下に補正可能であることを特徴とする請求項 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】 光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、

前記光源と前記対物レンズとの間に、前記対物レンズで発生する球面収差の変

動を補正する手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 5】 光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、

前記光源と前記対物レンズとの間に、前記光源の発振波長の微小な変動に起因して前記対物レンズで発生する球面収差の変動を補正する手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 6】 光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、

前記光源と前記対物レンズとの間に、温湿度変化に起因して前記集光光学系で発生する球面収差の変動を補正する手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 7】 光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、

前記光源と前記対物レンズとの間に、前記光源の発振波長の微小な変動及び温湿度変化に起因して前記集光光学系で発生する球面収差の変動を補正する手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 8】 前記球面収差の変動を補正する手段は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 9】 前記光ピックアップ装置は、少なくとも 2 種類の光情報記録媒体に対して情報を記録及び／又は再生可能となっており、

前記球面収差の変動を補正する手段は、透明基板厚 t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$)

が互いに異なる 2 種類の光情報記録媒体に対して、それぞれの透明基板厚に応じて、前記対物レンズに入射する光束の発散度を変えることを特徴とする請求項 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 0】 前記球面収差の変動を補正する手段は、1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズから構成され、前記正レンズと前記負レンズの少なくとも 1 枚は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 9 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 1】 前記透明基板の厚みが増加するときは、前記負レンズと正レンズの間隔を減少させ、透明基板の厚みが減少するときは、負レンズと正レンズの間隔を増加させることを特徴とする請求項 1 0 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 2】 次式を満たすことを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 に記載の光ピックアップ装置。

$$| f P / f N | \leq 2.0$$

ただし、

$f P$: 前記正レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

$f N$: 前記負レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

【請求項 1 3】 前記球面収差の変動を補正する手段は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた光学素子を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 4】 前記回折面は、短波長（ $\lambda 1$ ）である前記第 1 の光束を、透明基板厚（ $t 1$ ）の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07 \lambda 1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長（ $\lambda 2$ ）である第 2 の光束を、透明基板厚（ $t 2$ ）の大きい前記第 2 情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07 \lambda 2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする請求項 1 3 に記載の記載の

光ピックアップ装置。

【請求項 1 5】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 6】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を有することを特徴とする請求項 1 3 乃至 1 5 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 7】 前記球面収差の変動を補正する手段は、屈折率分布変化可能な素子を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 8】 前記球面収差の変動を補正する手段は、前記球面収差の変動に応じて前記可動要素を光軸に沿って変移させる変移装置を含むことを特徴とする請求項 8 乃至 1 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 9】 光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、

前記光源と前記対物レンズとの間に、前記対物レンズで発生する球面収差の変動と、前記対物レンズで発生する軸上色収差とを補正する手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 0】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 1 9 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 1】 前記少なくとも 1 枚の正レンズと前記少なくとも 1 枚の負レンズとは、前記光源と前記対物レンズの間に設けられ、少なくとも 1 つの構成要素が光軸方向に沿って可動であり、かつ次式を満たすことを特徴とする請求項 2 0 に記載の光ピックアップ装置。

$$\nu d P > \nu d N$$

ただし、

$\nu_d P$: 前記正レンズの d 線のアッベ数

$\nu_d N$: 前記負レンズの d 線のアッベ数

【請求項 2 2】 前記正レンズと前記負レンズが次式を満たすことを特徴とする請求項 2 1 に記載の光学系。

$\nu_d P > 55$

$\nu_d N < 35$

【請求項 2 3】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段を前記光源側から順に前記正レンズを含む正レンズ群と前記負レンズを含む負レンズ群、あるいは前記負レンズを含む負レンズ群と前記正レンズを含む正レンズ群とから構成した場合、次式が成立することを特徴とする請求項 2 1 又は 2 2 に記載の光ピックアップ装置。

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| / \Delta \nu_d \leq 0.05$$

ただし、

Δd : 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量（ただし、前記光ピックアップ装置が 2 種類の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行える場合には、いずれか一方の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行うときにおける、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量）

f_P : 前記正レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

f_N : 前記負レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

$\Delta \nu_d$: 前記正レンズ群及び前記負レンズ群中、正レンズのアッベ数の最大値と負レンズのアッベ数の最小値との差

【請求項 2 4】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた光学素子を含むことを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 5】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際

に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有することを特徴とする請求項 2 4 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 6】 前記回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 2 4 又は 2 5 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 7】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段を、前記光源側から順に前記正レンズを含む正レンズ群と前記負レンズを含む負レンズ群、あるいは前記負レンズを含む負レンズ群と前記正レンズを含む正レンズ群とから構成した場合、次式が成立することを特徴とする請求項 2 4 乃至 2 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| \leq 0.50$$

ただし、

Δd : 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量（ただし、前記光ピックアップ装置が 2 種類の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行える場合には、いずれか一方の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行うときにおける、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量）

f_P : 前記正レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

f_N : 前記負レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

【請求項 2 8】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、屈折率分布変化が可能な素子を有することを特徴とする請求項 1 9 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 9】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、前記対物レンズの軸上色収差を補正する機能を有するカップリングレンズを有することを特徴とする請求項 2 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 0】 前記対物レンズは回折面を有することを特徴とする請求項 2 8 又は 2 9 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 1】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を有することを特徴とする請求項 3 0 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 2】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 3 0 又は 3 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 3】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、前記球面収差の変動に応じて前記可動要素を光軸に沿って変移させる変移装置を含むことを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 7 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 4】 前記正レンズ及び前記負レンズの少なくとも一方は、プラスチック材料から形成されることを特徴とする請求項 8 ～ 3 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 5】 前記正レンズ及び前記負レンズの少なくとも一方は、少なくとも 1 枚の非球面を有することを特徴とする請求項 8 ～ 3 4 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 6】 前記光ピックアップ装置は、少なくとも 2 種類の光情報記録媒体に対して情報を記録及び／又は再生可能となっており、

前記対物レンズは、前記光源から出射される少なくとも異なる波長 λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の光束を、透明基板厚 t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) が互いに異なる 2 種類の光情報記録媒体の情報記録面に対して、それぞれ球面収差 $0.07\lambda_1$ rms、 $0.07\lambda_2$ rms 以下に抑えた状態で集光させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 5 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 7】 前記対物レンズは、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えたことを特徴とする請求項 3 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 8】 前記対物レンズの回折面は、短波長 (λ_1) である前記第 1 の光束を、透明基板厚 (t_1) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_1$ rms 以下の状態で集光でき、長波長 (λ_2) である第 2 の光束を、透

明基板厚 (t_2) の大きい第 2 の情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする請求項 37 に記載の記載の光ピックアップ装置。

【請求項 39】 前記対物レンズの回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 37 又は 38 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 40】 前記対物レンズの回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を有することを特徴とする請求項 37 乃至 39 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 41】 前記対物レンズの少なくとも一方の面に、屈折作用により入射光束を k 個 ($k \geq 4$) の輪帯状の光束（ここで、光軸側からその外側に向かって、順に第 1、第 2、 \dots 、第 k 光束とする）に分割する輪帯状段差部分を形成し、

第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／または再生を行う場合には、前記第 1 及び第 k 光束がつくる最良像面位置における前記第 1 及び第 k 光束の波面収差の球面収差成分は $0.05\lambda_1 \text{ rms}$ 以下 (λ_1 の光源波長) であり、

前記第 2 ないし第 ($k-1$) 光束のうち、少なくとも 2 つの光束はそれぞれ、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置とは異なる位置に見かけ上の最良像面位置が形成され、

前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置で、前記第 1 の光情報記録媒体に対する必要開口数内を通る前記第 1 ないし第 k 光束のそれぞれの光束内の光線の波面収差がほぼ $m_i\lambda_1$ (m_i 個は整数で、 $i = 1, 2, \dots, k$) となることを特徴とする請求項 36 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 42】 前記光ピックアップ装置は、少なくとも 2 種類の光情報記録媒体に対して情報を記録及び／又は再生可能となっており、

前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、透明基板厚 t_1 , t_2 ($t_1 < t_2$) が互いに異なる 2 種類の光情報記録媒体に対して、それぞれ

の透明基板厚に応じて、前記対物レンズに入射する光束の発散度を変えることを特徴とする請求項 1 9 乃至 4 1 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 3】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 4 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 4】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズとを含み、前記正レンズと前記負レンズの少なくとも 1 枚は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 4 3 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 5】 前記透明基板の厚みが増加するときは、前記負レンズと正レンズの間隔を減少させ、透明基板の厚みが減少するときは、負レンズと正レンズの間隔を増加させることを特徴とする請求項 4 4 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 6】 次式を満たすことを特徴とする請求項 4 4 又は 4 5 に記載の光ピックアップ装置。

$$|f_P / f_N| \leq 2.0$$

ただし、

f_P : 前記正レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

f_N : 前記負レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

【請求項 4 7】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた光学素子を含むことを特徴とする請求項 1 9 乃至 4 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 8】 前記回折面は、短波長（ λ_1 ）である第 1 の光束を、透明基板厚（ t_1 ）の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長（ λ_2 ）である第 2 の光束を、透明基板厚（ t_2 ）

の大きい前記第 2 情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 0.07λ 2 r m s 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする請求項 4 7 に記載の記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 9】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 4 7 又は 4 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 0】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を有することを特徴とする請求項 4 7 乃至 4 9 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 1】 前記第 1 の透明基板厚 (t_1) は、 0.2 mm 以下であり、前記第 2 の透明基板厚 (t_2) は、 0.5 mm 以上であり、前記第 2 の波長 λ_2 は、 600 nm 以上 800 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 4 ～ 1 8 , 3 6 ～ 5 0 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 2】 前記対物レンズの開口数を決定する絞りが、前記対物レンズのもっとも光源側の面の面頂点より前記光情報記録媒体側に位置することを特徴とする請求項 1 ないし 5 1 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 3】 前記対物レンズは、両面非球面単玉の対物レンズであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 2 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 4】 前記光源は、少なくとも 500 nm 以下の発振波長を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 5】 前記対物レンズの像側開口数 NA は、少なくとも 0.65 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 4 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 6】 前記対物レンズが、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 5 5 に記載の光ピックアップ装置。

$$1.1 \leq d_1 / f \leq 3.0$$

ただし、

d_1 : 軸上レンズ厚

f : 焦点距離

【請求項 5 7】 前記対物レンズが、プラスチック材料から形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 8】 無限遠物体からの波長 λ の平行光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えること、有限距離からの波長 λ の発散光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えること、及び像側物体に向かう波長 λ の収斂光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えることの少なくとも一つを行うことを特徴とする請求項 1 ないし 5 7 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 9】 前記対物レンズが、飽和吸水率が 0.01% 以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 8 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6 0】 前記対物レンズは、光源波長が $350 \sim 500 \text{ nm}$ の領域で、光透過率が 85% 以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 9 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6 1】 請求項 1 乃至 6 0 のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする対物レンズ。

【請求項 6 2】 請求項 1 ～ 7, 9, 3 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 6 3】 前記光ピックアップ装置の光源は、少なくとも 500 nm 以下の発振波長を有することを特徴とする請求項 6 2 に記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 6 4】 像側開口数 NA は、少なくとも 0.65 以上であることを特徴とする請求項 6 2 又は 6 3 に記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 6 5】 以下の式を満たすことを特徴とする請求項 6 2 乃至 6 4 に記載の両面非球面単玉対物レンズ。

$$1.1 \leq d_1 / f \leq 3.0$$

ただし、

d_1 : 軸上レンズ厚

f : 焦点距離

【請求項 6 6】 プラスチック材料から形成されることを特徴とする請求項 6 2 乃至 6 5 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 6 7】 前記光ピックアップ装置において、無限遠物体からの波長 λ の平行光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられること、有限距離からの波長 λ の発散光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられること、及び像側物体に向かう波長 λ の収斂光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられることの少なくとも一つが行われることを特徴とする請求項 6 2 ないし 6 6 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 6 8】 輪帯状の回折構造を有する回折面を備えていることを特徴とする請求項 6 2 乃至 6 7 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 6 9】 前記回折面は、短波長 ($\lambda 1$) である第 1 の光束を、透明基板厚 ($t 1$) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 ($\lambda 2$) である第 2 の光束を、透明基板厚 ($t 2$) の大きい第 2 の情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする請求項 6 8 に記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 7 0】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有することを特徴とする請求項 6 8 又は 6 9 に記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 7 1】 前記回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 6 8 乃至 7 0 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 7 2】 前記両面非球面単玉対物レンズの少なくとも一方の面に、屈折作用により入射光束を k 個 ($k \geq 4$) の輪帯状の光束（ここで、光軸側からその外側に向かって、順に第 1、第 2、 \dots 、第 k 光束とする）に分割する輪帯状段差部分を形成し、

第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／または再生を行う場合には、
前記第 1 及び第 k 光束がつくる最良像面位置における前記第 1 及び第 k 光束の
波面収差の球面収差成分は $0.05\lambda_1 \text{rms}$ 以下 (λ_1 の光源波長) であり、

前記第 2 ないし第 $(k-1)$ 光束のうち、少なくとも 2 つの光束はそれぞれ、
前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置とは異なる位置に見かけ上の最
良像面位置が形成され、

前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置で、前記第 1 の光情報記録媒
体に対する必要開口数内を通る前記第 1 ないし第 k 光束のそれぞれの光束内の光
線の波面収差がほぼ $m_i\lambda_1$ (m_i 個は整数で、 $i = 1, 2, \dots, k$)
となることを特徴とする請求項 6 2 乃至 6 7 のいずれかに記載の両面非球面端玉
対物レンズ。

【請求項 7 3】 飽和吸水率が 0.01% 以下である材料から形成されてい
ることを特徴とする請求項 6 2 乃至 7 2 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物
レンズ。

【請求項 7 4】 光源波長が $350 \sim 500 \text{nm}$ の領域で、光透過率が 85%
以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項 6 2 乃至 7 3 のい
ずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 7 5】 請求項 1 9 又は 4 2 のいずれかに記載の光ピックアップ装
置に用いられることを特徴とする両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 7 6】 前記光ピックアップ装置の光源は、少なくとも 500nm
以下の発振波長を有することを特徴とする請求項 7 5 に記載の両面非球面単玉対
物レンズ。

【請求項 7 7】 像側開口数 NA は、少なくとも 0.65 以上であることを
特徴とする請求項 7 5 又は 7 6 に記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 7 8】 以下の式を満たすことを特徴とする請求項 7 5 乃至 7 7 に
記載の両面非球面単玉対物レンズ。

$$1.1 \leq d_1 / f \leq 3.0$$

ただし、

d_1 : 軸上レンズ厚

f : 焦点距離

【請求項 7 9】 プラスチック材料から形成されることを特徴とする請求項 7 5 乃至 7 8 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 8 0】 前記光ピックアップ装置において、無限遠物体からの波長 λ の平行光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられること、有限距離からの波長 λ の発散光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられること、及び像側物体に向かう波長 λ の収斂光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられることの少なくとも一つが行われることを特徴とする請求項 7 5 ないし 8 0 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 8 1】 輪帯状の回折構造を有する回折面を備えていることを特徴とする請求項 7 5 乃至 8 0 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 8 2】 前記回折面は、短波長 ($\lambda 1$) である第 1 の光束を、透明基板厚 ($t 1$) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 ($\lambda 2$) である第 2 の光束を、透明基板厚 ($t 2$) の大きい第 2 の情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする請求項 8 1 に記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 8 3】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有することを特徴とする請求項 8 1 又は 8 2 に記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 8 4】 前記回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 8 1 乃至 8 3 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 8 5】 前記両面非球面単玉対物レンズの少なくとも一方の面に、屈折作用により入射光束を k 個 ($k \geq 4$) の輪帯状の光束（ここで、光軸側からその外側に向かって、順に第 1、第 2、・・・、第 k 光束とする）に分割する輪帯状段差部分を形成し、

第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／または再生を行う場合には、
前記第 1 及び第 k 光束がつくる最良像面位置における前記第 1 及び第 k 光束の
波面収差の球面収差成分は $0.05\lambda_1\text{rms}$ 以下 (λ_1 の光源波長) であり、

前記第 2 ないし第 $(k-1)$ 光束のうち、少なくとも 2 つの光束はそれぞれ、
前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置とは異なる位置に見かけ上の最
良像面位置が形成され、

前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置で、前記第 1 の光情報記録媒
体に対する必要開口数内を通る前記第 1 ないし第 k 光束のそれぞれの光束内の光
線の波面収差がほぼ $m_i\lambda_1$ (m_i 個は整数で、 $i = 1, 2, \dots, k$)
となることを特徴とする請求項 75 乃至 80 のいずれかに記載の両面非球面端玉
対物レンズ。

【請求項 86】 飽和吸水率が 0.01% 以下である材料から形成されてい
ることを特徴とする請求項 75 乃至 79 のいずれかに記載の両面非球面単玉対物
レンズ。

【請求項 87】 光源波長が 350～500nm の領域で、光透過率が 85
% 以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項 75 乃至 86 のい
ずれかに記載の両面非球面単玉対物レンズ。

【請求項 88】 少なくとも 2 種類の光情報記録媒体から情報を再生し、ま
たは光情報記録媒体に情報を記録するための光ピックアップ装置であって、第 1
の波長 λ_1 を有する第 1 の光束を射出する第 1 の光源と、前記第 1 の波長 λ_1 と
は異なる第 2 の波長 λ_2 を有する第 2 の光束を射出する第 2 の光源と、前記第 1
の光源から出射された前記第 1 の光束を、第 1 の基板厚 (t_1) の透明基板を介
して第 1 の光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に、前記第 2 の光源
から出射された前記第 2 の光束を、前記第 1 の基板厚 (t_1) よりも厚い第 2 の
基板厚 (t_2) の透明基板を介して第 2 の光情報記録媒体の情報記録面上に集光
させる対物レンズを含む集光光学系と、前記第 1 及び前記第 2 の光情報記録媒体
からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置用の対物レンズ
において、

次式を満たす両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする対物レンズ。

$$1. \quad 1 \leq d_1 / f \leq 3.0$$

ただし、

d_1 : 軸上レンズ厚

f : 焦点距離

【請求項 89】 像側開口数 NA は、 0.75 以上であることを特徴とする請求項 88 に記載の対物レンズ。

【請求項 90】 輪帯状の回折構造を有する回折面を備えていることを特徴とする請求項 88 又は 89 に記載の対物レンズ。

【請求項 91】 前記対物レンズの回折面は、短波長 (λ_1) である第 1 の光束を、透明基板厚 (t_1) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 (λ_2) である第 2 の光束を、透明基板厚 (t_2) の大きい第 2 の情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする請求項 90 に記載の対物レンズ。

【請求項 92】 前記対物レンズの回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有することを特徴とする請求項 90 又は 91 に記載の対物レンズ。

【請求項 93】 前記対物レンズの回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 90 乃至 92 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 94】 前記両面非球面単玉対物レンズの少なくとも一方の面に、屈折作用により入射光束を k 個 ($k \geq 4$) の輪帯状の光束（ここで、光軸側からその外側に向かって、順に第 1、第 2、・・・・・・、第 k 光束とする）に分割する輪帯状段差部分を形成し、

第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／または再生を行う場合には、前記第 1 及び第 k 光束がつくる最良像面位置における前記第 1 及び第 k 光束の波面収差の球面収差成分は $0.05 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下 (λ_1 の光源波長) であり、

前記第 2 ないし第 $(k-1)$ 光束のうち、少なくとも 2 つの光束はそれぞれ、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置とは異なる位置に見かけ上の最良像面位置が形成され、

前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置で、前記第 1 の光情報記録媒体に対する必要開口数内を通る前記第 1 ないし第 k 光束のそれぞれの光束内の光線の波面収差がほぼ $m_i \lambda$ (m_i 個は整数で、 $i = 1, 2, \dots, k$) となることを特徴とする請求項 88 又は 89 に記載の対物レンズ。

【請求項 95】 前記光ピックアップ装置が、少なくとも前記対物レンズで発生する球面収差の変動を補正する手段を有することを特徴とする請求項 88 乃至 94 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 96】 前記球面収差の変動を補正する手段は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 95 に記載の対物レンズ。

【請求項 97】 前記少なくとも 1 枚の正レンズと前記少なくとも 1 枚の負レンズとは、前記光源と前記対物レンズの間に設けられ、少なくとも 1 つの構成要素が光軸方向に沿って可動であり、かつ次式を満たすことを特徴とする請求項 96 に記載の対物レンズ。

$$v_d P > v_d N$$

ただし、

$v_d P$: 前記正レンズの d 線のアッベ数

$v_d N$: 前記負レンズの d 線のアッベ数

【請求項 98】 前記正レンズと前記負レンズが次式を満たすことを特徴とする請求項 97 に記載の対物レンズ。

$$v_d P > 55$$

$$v_d N < 35$$

【請求項 99】 前記球面収差の変動とを補正する手段を前記光源側から順に前記正レンズを含む正レンズ群と前記負レンズを含む負レンズ群、あるいは前記負レンズを含む負レンズ群と前記正レンズを含む正レンズ群とから構成した場

合、次式が成立することを特徴とする請求項 9 5 に記載の対物レンズ。

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| / \Delta v d \leq 0.05$$

ただし、

Δd : 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量 (ただし、前記光ピックアップ装置が 2 種類の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行える場合には、いずれか一方の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行うときにおける、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量)

f_P : 前記正レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

f_N : 前記負レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

$\Delta v d$: 前記正レンズ群及び前記負レンズ群中、正レンズのアッベ数の最大値と負レンズのアッベ数の最小値との差

【請求項 1 0 0】 前記球面収差の変動を補正する手段は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた光学素子を含むことを特徴とする請求項 9 5 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 1】 前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有することを特徴とする請求項 1 0 0 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 2】 前記回折面は、短波長 (λ_1) である第 1 の光束を、透明基板厚 (t_1) の小さい前記第 1 光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 (λ_2) である第 2 の光束を、透明基板厚 (t_2) の大きい前記第 2 情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする請求項 1 0 0 又は 1 0 1 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 3】 前記回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に

対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする請求項 1 0 0 乃至 1 0 2 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 4】 前記球面収差の変動を補正する手段を、前記光源側から順に前記正レンズを含む正レンズ群と前記負レンズを含む負レンズ群、あるいは前記負レンズを含む負レンズ群と前記正レンズを含む正レンズ群とから構成した場合、次式が成立することを特徴とする請求項 1 0 0 乃至 1 0 3 のいずれかに記載の対物レンズ。

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| \leq 0.50$$

ただし、

Δd : 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量 (ただし、前記光ピックアップ装置が 2 種類の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行える場合には、いずれか一方の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行うときにおける、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量)

f_P : 前記正レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

f_N : 前記負レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

【請求項 1 0 5】 前記球面収差の変動を補正する手段は、屈折率分布変化が可能な素子を有することを特徴とする請求項 9 5 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 6】 前記対物レンズが、プラスチック材料から形成されることを特徴とする請求項 8 6 乃至 1 0 5 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 7】 前記光源は、少なくとも 5 0 0 nm 以下の発振波長を有することを特徴とする請求項 8 6 乃至 1 0 6 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 8】 前記第 1 の透明基板厚 (t_1) は、0.2 mm 以下であり、前記第 2 の透明基板厚 (t_2) は、0.5 mm 以上であり、前記第 2 の波長 λ_2 は、6 0 0 nm 以上 8 0 0 nm 以下であることを特徴とする請求項 8 6 乃至 1 0 7 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 9】 無限遠物体からの波長 λ_1 又は λ_2 の平行光束に対して

波面収差を $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 又は $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下に抑えること、有限距離からの波長 λ_1 又は λ_2 の発散光束に対して波面収差を $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 又は $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下に抑えること、及び像側物体に向かう波長 λ_1 又は λ_2 の収斂光束に対して波面収差を $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 又は $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下に抑えることの少なくとも一つを行うことを特徴とする請求項 86 ないし 108 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 110】 前記球面収差の変動を補正する手段は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 94 乃至 109 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 111】 前記球面収差の変動を補正する手段は、前記球面収差の変動に応じて前記可動要素を光軸に沿って変移させる変移装置を含むことを特徴とする請求項 110 に記載の対物レンズ。

【請求項 112】 飽和吸水率が 0.01% 以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項 88 乃至 111 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 113】 光源波長が $350 \sim 500 \text{ nm}$ の領域で、光透過率が 85% 以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項 88 乃至 112 のいずれかに記載の対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップ装置及び対物レンズに関し、特に、球面収差の変動を効果的に補正することが出来る光ピックアップ装置及び対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、短波長赤色半導体レーザ実用化に伴い、従来の光ディスクすなわち光情報記録媒体である CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクである DVD（デジタルバーサタイルディスク）の開発が進んでいるが、近い将来には、より高密度な次世代の光ディスクも登場すること

が予想される。このような光ディスクなどを媒体とした光情報記録再生装置の光学系において、記録信号の高密度化を図るため、或いは高密度記録信号を再生するため、対物レンズを介して記録媒体上に集光するスポット径を小さくすることが要求されている。このためには、光源であるレーザの短波長化や対物レンズの高NA化が図られつつあるという実情がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、このようにレーザの短波長化や対物レンズの高NA化が図られてくると、CDやDVDのごとき従来の光ディスクに対して情報の記録又は再生を行うような比較的長波長のレーザと対物レンズの低NAとの組み合わせからなる光ピックアップ装置では、殆ど無視できる問題でも、より顕在化されることが予想される。

【0004】

その一つが、半導体レーザに特有なモードホップ現象に起因して生じる問題である。モードホップ現象とは、半導体レーザの単一モード発振中に、レーザ光の中心波長が瞬時的に、数nmシフトするという現象である。また高周波重畳により、レーザ光の中心周波数がシフトすることもあり、それらにより全体の軸上色収差が増大してしまうため、特に短波長レーザ光と高NAとの組み合わせでは、適切な補正が必要となる。

【0005】

更に、レーザの短波長化と対物レンズの高NA化の組み合わせにおいて顕在化する別な問題は、温度・湿度変化による光学系の球面収差の変動である。すなわち、光ピックアップ装置において一般的に使用されているプラスチックレンズは、温度や湿度変化を受けて変形しやすく、それにより屈折率が変化する。通常的环境下では問題にならなかった屈折率変化でも、レーザの短波長化と対物レンズの高NA化との組み合わせにおいては球面収差の変動が無視できず、スポット径が増大するなどの問題を生じさせることとなる。

【0006】

ところが、情報の記録又は再生に対して、レーザの短波長化と対物レンズの高

N A 化の組み合わせを要求する次世代の光ディスクと、従来の光ディスクとは、上述したように光源波長、対物レンズの N A が大きく異なる。また、次世代の光ディスクにおいて問題が予想される、光軸に対して垂直な面に対する傾きに起因して生じるコマ収差を抑制するには、透明基板厚を薄くすることが効果的であるが、それにより C D など従来の光ディスクとは透明基板厚などが大きく異なってしまう。従って、共通の対物レンズを少なくとも用いることにより、コストを大幅に増大させることなく、且つコンパクトな光ピックアップ装置を、次世代の光ディスクを含めた異なる光情報記録媒体に対して、いかに球面収差を抑えて情報の記録又は再生を行うようにするかが問題となる。

【 0 0 0 7 】

更に、本発明は、温度・湿度変化等に起因する対物レンズの球面収差の変動を効果的に補正できる光ピックアップ装置及び光学系を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

そこで本発明は、半導体レーザのモードホップや高周波重畳に起因する軸上色収差を効果的に補正できる光ピックアップ装置及び光学系を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

加えて、本発明は、短波長レーザと高 N A 対物レンズとを備え、異なる光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行える光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とをとする光ピックアップ装置であって、前記対物レンズは、少なくとも 1 枚のプラスチック材料からなるレンズを含み、前記光源と前記対物レンズとの間に、温度 - 3 0 ℃ ~ + 8 5 ℃、湿度 5 % ~ 9 0 % の間の環境変化に対する対物レンズの形状及

び屈折率の少なくとも一方が変化するために生じる球面収差の変動と、前記光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動とを補正する手段を有するので、光ピックアップ装置が使用される環境の温度や湿度変化に応じて、前記対物レンズに屈折率変化などが生じたような場合でも、或いは光源の発振波長変動が生じたような場合でも、それらに起因する前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。

【 0 0 1 1 】

尚、前記光源と前記対物レンズの間とは、前記対物レンズを含めるものとし、従って対物レンズの表面に設けた回折面であっても、本発明の球面収差を変動する手段となり得る。

【 0 0 1 2 】

請求項2に記載の光ピックアップ装置は、発振波長 λ の光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間に球面収差の変動を補正する手段を設け、前記球面収差の変動を補正する手段は、 $0.2\lambda\text{rms}$ までの球面収差を $0.07\lambda\text{rms}$ 以下に補正可能であるので、例えば光ピックアップ装置が使用される環境の温度や湿度変化に応じて、及び／又は前記光源として半導体レーザを用いた場合にそのモードホップ現象に起因して生じる前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。

【 0 0 1 3 】

請求項3に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動を補正する手段は、 $0.5\lambda\text{rms}$ までの球面収差を $0.07\lambda\text{rms}$ 以下に補正可能であると好ましい。

【 0 0 1 4 】

請求項4に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有

る光ピックアップ装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間に、前記対物レンズで発生する球面収差の変動を補正するので、例えば光ピックアップ装置が使用される環境の温度や湿度変化に応じて、及び／又は前記光源として半導体レーザーを用いた場合にそのモードホップ現象に起因して生じる前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とをとする光ピックアップ装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間に、前記光源の発振波長の微小な変動に起因して前記対物レンズで発生する球面収差の変動を補正する手段を設けたので、例えば前記光源として半導体レーザーを用いた場合にそのモードホップ現象や高周波重畳などに起因して生じる前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。

【 0 0 1 6 】

請求項 6 に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とをとする光ピックアップ装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間に、温湿度変化に起因して前記集光光学系で発生する球面収差の変動を補正する手段を設けたので、例えば光ピックアップ装置が使用される環境の温度や湿度変化に応じて生じる前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。

【 0 0 1 7 】

請求項 7 に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とをとする光ピックアップ装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間に、前記光源の発振波長の微小な変動及び温湿度変化に起因して前記集光光学系で発生する球面収差の変動を補正する手段を設けたので、例えば光ピックアップ装置が使用さ

れる環境の温度や湿度変化に応じて、及び前記光源として半導体レーザを用いた場合にそのモードホップ現象に起因して生じる前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。

【 0 0 1 8 】

請求項 8 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動を補正する手段が、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

短波長の光源に用いた光ピックアップ装置では、すでに述べた理由により、光源の波長変動や温湿度変化等による球面収差の変動が大きい傾向がある。特に高開口数の対物レンズやプラスチック材料からなる対物レンズを用いると変動は増長される。従って、短波長の光源を用いた光ピックアップ装置では、特にこれらの球面収差の変動を補正する手段を設けることが必要となる。光源の微小な発振波長の変動や温湿度変化等に起因して、前記対物レンズの球面収差が変動した場合は、前記球面収差の変動を補正する手段の可動要素を適切な量だけ動かして、対物レンズに入射する光束の発散度を球面収差が最小となるように変えることで、球面収差の変動を補正することができる。

【 0 0 2 0 】

請求項 9 に記載の光ピックアップ装置は、少なくとも 2 種類の光情報記録媒体に対して情報を記録及び／又は再生可能となっており、前記球面収差の変動を補正する手段は、透明基板厚 t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) が互いに異なる 2 種類の光情報記録媒体に対して、それぞれの透明基板厚に応じて、前記対物レンズに入射する光束の発散度を変えるので、異なる光情報記録媒体に対して、適切な球面収差の変動を補正しつつ情報の記録又は再生を行うことが出来る。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 0 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動を補正する手段は、1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズから構成され、前記正レンズと前記負レンズの少なくとも 1 枚は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 1 に記載の光ピックアップ装置は、前記透明基板の厚みが増加するとき、前記負レンズと正レンズの間隔を減少させ、透明基板の厚みが減少するとき、負レンズと正レンズの間隔を増加させることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 2 に記載の光ピックアップ装置は、次式を満たすことを特徴とする。

$$| f P / f N | \leq 2.0 \quad (1)$$

ただし、

$f P$: 前記正レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

$f N$: 前記負レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

【 0 0 2 4 】

上式（1）は、前記球面収差の変動を補正する手段の近軸パワーの関係に関する。前記対物レンズがある特定の厚みを持つ透明基板の組み合わせの元に収差が最小となるように補正されている場合、透明基板の厚みが増加したときには、前記球面収差の変動を補正する手段中の可動要素を動かすことで、その厚みに対して対物レンズの球面収差が最小となるような発散度を有する光束を対物レンズに入射させなければならない。そこで、上式（1）を満たすように、前記球面収差の変動を補正する手段の近軸パワーを選ぶことで、前記可動要素のストロークが小さくてすむので、全体的にコンパクトな光学系を得ることができる。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動を補正する手段は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた光学素子を含むので、かかる回折面を用いて軸上色収差を効果的に補正できるので、新たに軸上色収差回補正用の光学素子などを設ける必要がなく、低コスト及び省スペースを図れる。尚、回折面を備えた光学素子には、前記レンズ群中の一つのレンズを含み、従って、前記正レンズ群又は前記負レンズの一方であることを含む。また、それらレンズ以外に別に設けられた光学素子であることも含む。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 4 に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面が、短波長 ($\lambda 1$) である第 1 の光束を、透明基板厚 ($t 1$) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 ($\lambda 2$) である第 2 の光束を、透明基板厚 ($t 2$) の大きい前記第 2 情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 1 5 に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面を、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性とすることで、球面収差補正の役割を前記球面収差の変動を補正する手段と、前記回折面とに分担できるので、前記球面収差の変動を補正する手段を、光軸方向に変移可能な光学要素を用いて構成した場合には、その光学要素のストローク量が小さくてすむ。また、上記のように、球面収差補正の役割を、前記球面収差の変動を補正する手段と前記回折面とで分担することで、前記回折面のパワーを抑えることができ、回折輪帯の間隔を大きくできるので、回折効率の高い光学素子が製造しやすくなる。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 6 に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を有するので、短波長光源を用いたときに問題となる軸上色収差を良好に補正することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動を補正する手段は、屈折率分布変化可能な素子を含むことを特徴とする。かかる素子としては、図 2 4、2 5 を参照して後述する液晶を用いた素子 S E のようなものがあるがこれに限られない。

【 0 0 3 0 】

請求項 18 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動を補正する手段は、前記球面収差の変動に応じて前記可動要素を光軸に沿って変移させる変移装置を含むことを特徴とする。

【0031】

請求項 19 に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間に、前記対物レンズで発生する球面収差の変動と、前記対物レンズで発生する軸上色収差とを補正する手段を設けたので、前記光源としての例えば半導体レーザにモードホップ現象などが生じて、発振波長に変動が生じた場合でも、それに起因する前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。又、環境温度や湿度変化に応じて、前記対物レンズに屈折率変化が生じたような場合でも、それに起因する前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。更に、前記対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できるため、前記光検出器は精度良く前記光情報記録媒体からの反射光を検出することが出来る。

【0032】

請求項 20 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。

【0033】

請求項 21 に記載の光ピックアップ装置は、前記少なくとも 1 枚の正レンズと前記少なくとも 1 枚の負レンズとは、前記光源と前記対物レンズの間に設けられ、少なくとも 1 つの構成要素が光軸方向に沿って可動であり、かつ次式を満たすことを特徴とする。

$$v d P > v d N$$

(2)

ただし、

$\nu d P$: 前記正レンズの d 線のアップベ数

$\nu d N$: 前記負レンズの d 線のアップベ数

【 0 0 3 4 】

上式 (2) は、球面収差の補正に関する。前記光源の微小な発振波長の変動や温度湿度変化等に起因して、前記対物レンズの球面収差が変動した場合において、これを補正する手段を、例えば光軸方向に変移可能な光学要素を用いて構成したときは、かかる光学素子を適切な量だけ動かして、前記対物レンズに入射する光束の発散度を対物レンズの球面収差が最小となるように変えることができる。短波長の光源を用いることで問題となる前記対物レンズの軸上色収差については、前記球面収差の変動を補正する手段を以下に述べるような構成にすることにより、補正できる。

【 0 0 3 5 】

前記球面収差の変動を補正する手段における正レンズと負レンズの材料を、上式 (2) を満たすように選ぶことで、前記対物レンズで発生する色収差とは逆極性の色収差を発生させることができる。従って、軸上色収差が打ち消しあうので、前記球面収差の変動を補正する手段と前記対物レンズとを透過して、光情報記録媒体上に焦点を結んだときの波面は、軸上色収差が小さく抑えられた状態となる。回折面を前記対物レンズに付加し、長波長側でバックフォーカスが短くなるような回折レンズとすれば、収差をより良好に補正することが可能となる。この場合、軸上色収差補正の役割を、前記球面収差の変動を補正する手段と前記回折面とに分担できるので、前記球面収差の変動を補正する手段を、例えば光軸方向に変移可能な光学要素を用いて構成したときは、かかる光学要素のストロークが小さくてすむ。

【 0 0 3 6 】

更に、軸上色収差補正の役割を、前記球面収差の変動を補正する手段と回折面とに分担することで回折面のパワーを小さくすることもでき、それにより回折輪帯の間隔が大きくなって、回折効率の高い回折レンズが製造しやすくなる。従って、前記球面収差補正のための手段と、軸上色収差を補正するための手段を別々

に設けることなく、波長変動や温湿度変化等が生じた場合でも光学系全体の球面収差、及び軸上色収差が良好に補正されたコンパクトな光ピックアップ装置を得ることができる。

【 0 0 3 7 】

請求項 2 2 に記載補光ピックアップ装置は、前記正レンズと前記負レンズが次式を満たすことを特徴とする。

$$\nu d P > 55 \quad (3)$$

$$\nu d N < 35 \quad (4)$$

【 0 0 3 8 】

上式 (3)、(4) を満たすように、前記正レンズと前記負レンズのアッベ数の差が大きくすれば、前記対物レンズと逆極性の色収差をより大きく発生させることができるので、より良好に光ピックアップ光学系の軸上色収差を補正することができる。

【 0 0 3 9 】

請求項 2 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段を前記光源側から順に前記正レンズを含む正レンズ群と前記負レンズを含む負レンズ群、あるいは前記負レンズを含む負レンズ群と前記正レンズを含む正レンズ群とから構成した場合、次式が成立することを特徴とする。

$$\Delta d \cdot |f P / f N| / \Delta \nu d \leq 0.05 \quad (5)$$

ただし、

Δd : 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量 (ただし、前記光ピックアップ装置が 2 種類の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行える場合には、いずれか一方の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行うときにおける、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量)

$f P$: 前記正レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

$f N$: 前記負レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えて

いる場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

$\Delta v d$: 前記正レンズ群及び前記負レンズ群中、正レンズのアッベ数の最大値と負レンズのアッベ数の最小値との差

【0040】

上式(5)は、対物レンズの軸上色収差の補正量と、球面収差の変動を補正する手段の近軸パワー及び、球面収差の変動を補正する手段の可動要素の移動量のバランスに関する。ここで、たとえ $\Delta v d$ の値が小さくても、 $|f_P / f_N|$ の値を大きくすれば、対物レンズの軸上色収差を良好に補正でき、かつ光源の波長変動あるいは温度変化に起因する対物レンズの球面収差の変動を補正する手段を、光軸方向に変位可能な光学要素を用いて構成した場合には、かかる光学要素のストロークを小さく抑えることが出来るが、前記正レンズ群の有効径が大きくなりすぎたり、あるいは前記負レンズ群の有効径が小さくなりすぎる恐れがある。逆に、 $\Delta v d$ の値を大きくすれば、たとえ $|f_P / f_N|$ の値が小さくても、対物レンズの軸上色収差を良好に補正することができるが、球面収差の補正に必要な、球面収差の変動を補正する手段の可動要素の移動量が大きくなってしまふので、光学系のサイズが大きくなってしまふ恐れがある。そこで、 $\Delta d \cdot |f_P / f_N| / \Delta v d$ の値を上式(5)を満たすようにすることで、これらのバランスを図ることが出来る。

【0041】

請求項24に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた光学素子を含むと、光学素子の回折面を用いて軸上色収差を効果的に補正できるので、新たに軸上色収差回補正用の光学素子を設ける必要がなく、低コスト及び省スペースを図れる。尚、回折面を備えた光学素子には、前記レンズ群中の一つのレンズを含み、従って、前記正レンズ群又は前記負レンズの一方であることを含む。また、それらレンズ以外に別に設けられた光学素子であることも含む。

【0042】

請求項25に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面が、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような

波長特性を有するので、短波長光源を用いたときに問題となる軸上色収差を良好に補正することが可能となる。

【0043】

請求項26に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面を、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性とすることで、球面収差補正の役割を前記球面収差の変動を補正する手段と、前記回折面とに分担できるので、前記球面収差の変動を補正する手段を、光軸方向に変移可能な光学要素を用いて構成した場合には、その光学要素のストローク量が小さくてすむ。また、上記のように、球面収差補正の役割を、前記球面収差の変動を補正する手段と前記回折面とで分担することで、前記回折面のパワーを抑えることができ、回折輪帯の間隔を大きくできるので、回折効率の高い光学素子が製造しやすくなる。

【0044】

請求項27に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段を、前記光源側から順に前記正レンズを含む正レンズ群と前記負レンズを含む負レンズ群、あるいは前記負レンズを含む負レンズ群と前記正レンズを含む正レンズ群とから構成した場合、次式が成立することを特徴とする。

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| \leq 0.50 \quad (6)$$

ただし、

Δd ：前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量（ただし、前記光ピックアップ装置が2種類の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行える場合には、いずれか一方の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行うときにおける、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量）

f_P ：前記正レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

f_N ：前記負レンズ群の焦点距離（ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離）

【 0 0 4 5 】

上式（６）は、対物レンズの軸上色収差の補正量と、球面収差の変動を補正する手段の近軸パワー及び、球面収差の変動を補正する手段の可動要素の移動量のバランスに関する。前記球面収差の変動を補正する手段の屈折レンズとしての屈折パワーと、前記球面収差の変動を補正する手段に付加する回折面の回折パワーを適切に組み合わせることで、対物レンズの軸上色収差を補正することが出来る。この時、例えば前記光源の波長変動あるいは温湿度変化に起因する対物レンズの球面収差の変動を補正する手段を、光軸方向に変移可能な光学要素を用いて構成した場合には、かかる光学要素のストロークが大きすぎると、球面収差を良好に補正することが出来ないという問題が生じる。そこで、上式（６）において、 $\Delta d \cdot |f_P / f_N|$ の値を 0.50 以下にすることで、前記対物レンズの軸上色収差の補正と球面収差の補正のバランスを良好に維持することが出来る。

【 0 0 4 6 】

請求項 28 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、屈折率分布変化が可能な素子を有することを特徴とする。

【 0 0 4 7 】

請求項 29 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、前記対物レンズの軸上色収差を補正する機能を有するカップリングレンズを有することを特徴とする。

【 0 0 4 8 】

請求項 30 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは回折面を有することを特徴とする。

【 0 0 4 9 】

請求項 31 に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を有することを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

請求項 32 に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面は、前記光源の波長が

長波長側にシフトした際に、前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする。

【 0 0 5 1 】

請求項 3 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、前記球面収差の変動に応じて前記可動要素を光軸に沿って変移させる変移装置を含むことを特徴とする。

【 0 0 5 2 】

請求項 3 4 に記載の光ピックアップ装置は、前記正レンズ及び前記負レンズの少なくとも一方は、プラスチック材料から形成されることを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

請求項 3 5 に記載の光ピックアップ装置は、前記正レンズ及び前記負レンズの少なくとも一方は、少なくとも 1 枚の非球面を有することを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

請求項 3 6 に記載の光ピックアップ装置は、少なくとも 2 種類の光情報記録媒体に対して情報を記録及び／又は再生可能となっており、前記対物レンズは、前記光源から出射される少なくとも異なる波長 λ_1 , λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の光束を、透明基板厚 t_1 , t_2 ($t_1 < t_2$) が互いに異なる 2 種類の光情報記録媒体の情報記録面に対して、それぞれ球面収差 $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 、 $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下に抑えた状態で集光させることを特徴とする。

【 0 0 5 5 】

例えば、青紫色半導体レーザなど短波長の光源を用いて、異なる透明基板厚の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行おうとする場合、一方の光情報記録媒体に対して、対物レンズの球面収差補正が最適となるように設計すると、他方の光情報記録媒体に対しては、情報の記録又は再生時に球面収差が大きく発生することとなる。より具体的には、対物レンズと基板厚 t_1 の情報記録媒体の組み合わせが無限平行光束に対し球面収差が最小となるように補正されている場合、 t_2 ($> t_1$) の基板厚をもつ媒体を記録再生しようとする、対物レンズで補正過剰の球面収差が発生する。逆に t_2' ($< t_1$) の基板厚をもつ媒体を記録再生しようとする、対物レンズで補正不足の球面収差が発生する。

【 0 0 5 6 】

これに対し、例えば対物レンズに回折面を付加し、異なる波長の光束が、透明基板厚が異なる情報記録媒体に対し、それぞれ良好な波面を形成するような波長依存性を有する回折レンズとすることで、良好に基板厚変化時の球面収差を補正できる。請求項 3 6 の光ピックアップ装置にあるように、短波長の回折光が透明基板厚の小さい情報記録媒体に対して良好な波面を形成し、長波長の回折光が透明基板厚の大きい情報記録媒体に対して良好な波面を形成するようにすると良い。

【 0 0 5 7 】

より具体的には、前記回折面が、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することが好ましい。更に、光束の発散角度を変更する発散角度変更手段を設けて、前記対物レンズに入射する光束の発散度を、球面収差が最小となる物体距離に対応した発散度に変更することで、前記対物レンズの球面収差をより良好に補正することができる。特に、 t_2 の基板厚をもつ記録媒体に対する球面収差最小時の光束が発散光であれば、ワーキングディスタンスの確保が容易となる。透明基板厚変化時の球面収差劣化の補正の役割を上記発散度変更手段と回折面とに分担できるので、発散度変更手段の可動部の移動量が小さくてすむ。また、球面収差補正の役割を上記発散度変更手段と回折面とで分担することで回折面のパワーを小さくすることができ、回折輪帯の間隔が大きくなって、回折効率の高い回折レンズが製造しやすくなる。上記の説明では、対物レンズは基板厚 t_1 との組み合わせにおいて、無限遠光束に対して球面収差が最小となるように補正されているとしたが、有限距離からの発散光束あるいは、像側物体に向かう収斂光束に対して球面収差が最小になるように補正されたもののどちらでもよく、上記と同様な方法で基板厚変更時の球面収差を補正できることは言うまでもない。

【 0 0 5 8 】

請求項 3 7 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えたことを特徴とする。

【 0 0 5 9 】

請求項 38 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの回折面は、短波長 ($\lambda 1$) である第 1 の光束を、透明基板厚 ($t 1$) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07 \lambda 1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 ($\lambda 2$) である第 2 の光束を、透明基板厚 ($t 2$) の大きい第 2 の情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07 \lambda 2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする。

【 0 0 6 0 】

請求項 39 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする。

【 0 0 6 1 】

請求項 40 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を有することを特徴とする。

【 0 0 6 2 】

請求項 41 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一方の面に、屈折作用により入射光束を k 個 ($k \geq 4$) の輪帯状の光束 (ここで、光軸側からその外側に向かって、順に第 1、第 2、 \dots 、第 k 光束とする) に分割する輪帯状段差部分を形成し、第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/または再生を行う場合には、前記第 1 及び第 k 光束がつくる最良像面位置における前記第 1 及び第 k 光束の波面収差の球面収差成分は $0.05 \lambda 1 \text{ rms}$ 以下 ($\lambda 1$ の光源波長) であり、前記第 2 ないし第 ($k - 1$) 光束のうち、少なくとも 2 つの光束はそれぞれ、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置とは異なる位置に見かけ上の最良像面位置が形成され、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置で、前記第 1 の光情報記録媒体に対する必要開口数内を通る前記第 1 ないし第 k 光束のそれぞれの光束内の光線の波面収差がほぼ $m_i \lambda 1$ (m_i 個は整数で、 $i = 1, 2, \dots, k$) となることを特徴とする。

【 0 0 6 3 】

請求項 4 1 に記載の光ピックアップ装置によれば、前記輪帯状段差により分割される複数の分割面により、前記第 1 の光ディスクの基板厚さと前記第 2 の光ディスクの基板厚さとの間の基板厚さにおいて、残留誤差が小さくなるようにしているので、複数種類の光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる。かかる対物レンズについては、図 2 6 を参照して後述する。

【 0 0 6 4 】

請求項 4 2 に記載の光ピックアップ装置は、前記光ピックアップ装置は、少なくとも 2 種類の光情報記録媒体に対して情報を記録及び／又は再生可能となっており、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、透明基板厚 t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) が互いに異なる 2 種類の光情報記録媒体に対して、それぞれの透明基板厚に応じて、前記対物レンズに入射する光束の発散度を変えることを特徴とする。

【 0 0 6 5 】

請求項 4 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。

【 0 0 6 6 】

請求項 4 4 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズとを含み、前記正レンズと前記負レンズの少なくとも 1 枚は光軸方向に変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。

【 0 0 6 7 】

請求項 4 5 に記載の光ピックアップ装置は、前記透明基板の厚みが増加するときは、前記負レンズと正レンズの間隔を減少させ、透明基板の厚みが減少するときは、負レンズと正レンズの間隔を増加させることを特徴とする。

【 0 0 6 8 】

請求項 4 6 に記載の光ピックアップ装置は、次式を満たすことを特徴とする。

$$|f_P / f_N| \leq 2.0 \quad (7)$$

ただし、

f_P : 前記正レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

f_N : 前記負レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

【0069】

請求項 4 7 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた光学素子を含むことを特徴とする。尚、回折面を備えた光学素子には、前記レンズ群中の一つのレンズを含み、従って、前記正レンズ群又は前記負レンズの一方であることを含む。また、それらレンズ以外に別に設けられた光学素子であることも含む。

【0070】

請求項 4 8 に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面は、短波長 (λ_1) である第 1 の光束を、透明基板厚 (t_1) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 (λ_2) である第 2 の光束を、透明基板厚 (t_2) の大きい前記第 2 情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする。

【0071】

請求項 4 9 に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする。

【0072】

請求項 5 0 に記載の光ピックアップ装置は、前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に、前記対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を有することを特徴とする。

【 0 0 7 3 】

請求項 5 1 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 の透明基板厚 (t_1) は、0.2 mm 以下であり、前記第 2 の透明基板厚 (t_2) は、0.5 mm 以上であり、前記第 2 の波長 λ_2 は、600 nm 以上 800 nm 以下であることを特徴とする。

【 0 0 7 4 】

請求項 5 2 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの開口数を決定する絞りが、前記対物レンズのもっとも光源側の面の面頂点より前記光情報記録媒体側に位置することを特徴とする。

【 0 0 7 5 】

請求項 5 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは、両面非球面単玉の対物レンズであるので、2 つの非球面により、球面収差とコマ収差とを効果的に補正でき、小型かつ軽量のコンパクトな光ピックアップ装置を提供できる。

【 0 0 7 6 】

請求項 5 4 に記載の光ピックアップ装置は、前記光源は、少なくとも 500 nm 以下の発振波長を有するので、前記光源として、例えば発振波長が 500 nm 以下の短波長の半導体レーザを用いた場合に特に問題となる、そのモードホップ現象などに起因する前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。又、同様に短波長の半導体レーザを用いた場合に特に問題となる、環境温度や湿度変化に起因する前記対物レンズの球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。

【 0 0 7 7 】

請求項 5 5 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの像側開口数 NA は、少なくとも 0.65 以上であることを特徴とする。請求項 2 7 の光ピックアップ装置のように、前記対物レンズの開口数を 0.65 以上（より好ましくは 0.75 以上）と従来より大きくすることで、よりいっそうの情報記録媒体の高密度大容量化が達成できる。以下、具体的な数値をあげて説明する。光情報記録媒体上に集光するスポット径は、 $k\lambda/NA$ (k : 比例定数、 λ : 光源の波長、 NA : 対物レンズの開口数) で表せるので、波長 400 nm の青紫色半導体レーザ

ー及び開口数 0.85 の対物レンズを用いた高密度光ピックアップ光学系では、波長 650 nm の赤色半導体レーザー及び開口数 0.65 の対物レンズを用いた低密度光ピックアップ光学系に比べ、スポット径は約 1/2 となる。ここで、光情報記録媒体上への記録密度は、スポット径比の逆数の 2 乗に比例するので、高密度光ピックアップ光学系の記録密度は 低密度光ピックアップ光学系の 4 倍となる。

【0078】

請求項 56 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$1. \quad 1 \leq d_1 / f \leq 3.0 \quad (8)$$

ただし、

d_1 : 軸上レンズ厚

f : 焦点距離

【0079】

上式 (8) は、良好な像高特性を得るための条件に関する。0.65 以上の大きな開口数 NA を得ようとするとき、値 d_1 / f が下限以上であれば、前記対物レンズの中心厚を確保できるので、波面収差で評価したときの 3 次のアスを小さく抑えることができ、良好な像高特性を確保できるし、またシフト感度を小さくできる。一方、値 d_1 / f が、上限以下であれば、中心厚が大きくなりすぎることを抑制し、非点収差抑えて、良好な像高特性を確保できる。以上より、値 d_1 / f は、下記式を満足することがより望ましい。

$$1. \quad 2 \leq d_1 / f \leq 2.3 \quad (8')$$

また、下記式を満足することが特に望ましい。

$$1. \quad 4 \leq d_1 / f \leq 1.8 \quad (8'')$$

【0080】

請求項 57 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズが、プラスチック材料から形成されることを特徴とする。請求項 57 の光ピックアップ装置のように、前記対物レンズをプラスチック製とすることで、軽量化を達成でき、フォーカシング機構への負担を軽減することができる。また、前記対物レンズは安定し

た精度で安価に大量生産することができる。更に、対物レンズに非球面や回折面を設ける際には、容易にそれらを形成することができる。

【 0 0 8 1 】

請求項 5 8 に記載の光ピックアップ装置は、無限遠物体からの波長 λ の平行光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えること、有限距離からの波長 λ の発散光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えること、及び像側物体に向かう波長 λ の収斂光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えることの少なくとも一つを行うことを特徴とする。

【 0 0 8 2 】

請求項 5 9 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズが、飽和吸水率が 0.01% 以下である材料から形成されていると、吸湿による屈折率変化が少なく好ましい。

【 0 0 8 3 】

請求項 6 0 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは、光源波長が $350 \sim 500 \text{ nm}$ の領域で、光透過率が 85% 以上である材料から形成されていると、高い光強度を必要としないため省エネルギーが図れる。

【 0 0 8 4 】

請求項 6 1 に記載の対物レンズは、請求項 1 乃至 5 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【 0 0 8 5 】

請求項 6 2 に記載の対物レンズは、請求項 1 ～ 7, 9, 3 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いられる両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 0 8 6 】

請求項 6 3 に記載の対物レンズは、光源が、少なくとも 500 nm 以下の発振波長を有する前記光ピックアップ装置に用いられる両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 0 8 7 】

請求項 6 4 に記載の対物レンズは、像側開口数 NA は、少なくとも 0.65 以

上である両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0088】

請求項65に記載の対物レンズは、以下の式を満たす両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

$$1. \quad 1 \leq d_1 / f \leq 3.0 \quad (9)$$

ただし、

d_1 : 軸上レンズ厚

f : 焦点距離

【0089】

請求項66に記載の対物レンズは、プラスチック材料から形成される両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0090】

請求項67に記載の対物レンズは、無限遠物体からの波長 λ の平行光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられること、有限距離からの波長 λ の発散光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられること、及び像側物体に向かう波長 λ の収斂光束に対して波面収差を $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下に抑えられることの少なくとも一つが行われる光ピックアップ装置に用いられる両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0091】

請求項68に記載の対物レンズは、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0092】

請求項69に記載の対物レンズは、前記回折面は、短波長(λ_1)である第1の光束を、透明基板厚(t_1)の小さい第1の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長(λ_2)である第2の光束を、透明基板厚(t_2)の大きい第2の情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする。

【 0 0 9 3 】

請求項 7 0 に記載の対物レンズは、前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有する両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 0 9 4 】

請求項 7 1 に記載の対物レンズは、前記回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有する両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 0 9 5 】

請求項 7 2 に記載の対物レンズは、前記両面非球面単玉対物レンズであって、その少なくとも一方の面に、屈折作用により入射光束を k 個 ($k \geq 4$) の輪帯状の光束（ここで、光軸側からその外側に向かって、順に第 1、第 2、 \dots 、第 k 光束とする）に分割する輪帯状段差部分を形成し、第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／または再生を行う場合には、前記第 1 及び第 k 光束がつくる最良像面位置における前記第 1 及び第 k 光束の波面収差の球面収差成分は $0.05\lambda_{1rms}$ 以下 (λ_1 の光源波長) であり、前記第 2 ないし第 ($k-1$) 光束のうち、少なくとも 2 つの光束はそれぞれ、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置とは異なる位置に見かけ上の最良像面位置が形成され、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置で、前記第 1 の光情報記録媒体に対する必要開口数内を通る前記第 1 ないし第 k 光束のそれぞれの光束内の光線の波面収差がほぼ $m_i\lambda_1$ (m_i 個は整数で、 $i = 1, 2, \dots, k$) となることを特徴とする。

【 0 0 9 6 】

請求項 7 3 に記載の対物レンズは、飽和吸水率が 0.01% 以下である材料から形成されている両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 0 9 7 】

請求項 7 4 に記載の対物レンズは、光源波長が 350～500 nm の領域で、光透過率が 85% 以上である材料から形成されている両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 0 9 8 】

請求項 7 5 に記載の対物レンズは、請求項 1 8 又は 3 9 のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いられる両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 0 9 9 】

請求項 7 6 に記載の対物レンズは、光源が、少なくとも 5 0 0 n m 以下の発振波長を有する光ピックアップ装置に用いられる両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 1 0 0 】

請求項 7 7 に記載の対物レンズは、像側開口数 N A が、少なくとも 0 . 6 5 以上である両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 1 0 1 】

請求項 7 8 に記載の対物レンズは、以下の式を満たす両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

$$1. \quad 1 \leq d_1 / f \leq 3.0 \quad (10)$$

ただし、

d_1 : 軸上レンズ厚

f : 焦点距離

【 0 1 0 2 】

請求項 7 9 に記載の対物レンズは、プラスチック材料から形成される両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 1 0 3 】

請求項 8 0 に記載の対物レンズは、無限遠物体からの波長 λ の平行光束に対して波面収差を 0 . 0 7 λ r m s 以下に抑えられること、有限距離からの波長 λ の発散光束に対して波面収差を 0 . 0 7 λ r m s 以下に抑えられること、及び像側物体に向かう波長 λ の収斂光束に対して波面収差を 0 . 0 7 λ r m s 以下に抑えられることの少なくとも一つが行われる光ピックアップ装置に用いられる両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【 0 1 0 4 】

請求項 8 1 に記載の対物レンズは、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0105】

請求項 8 2 に記載の対物レンズは、前記回折面は、短波長 ($\lambda 1$) である第 1 の光束を、透明基板厚 ($t 1$) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 ($\lambda 2$) である第 2 の光束を、透明基板厚 ($t 2$) の大きい第 2 の情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする。

【0106】

請求項 8 3 に記載の対物レンズは、前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有する両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0107】

請求項 8 4 に記載の対物レンズは、前記回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有する両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0108】

請求項 8 5 に記載の対物レンズは、前記両面非球面単玉対物レンズであって、その少なくとも一方の面に、屈折作用により入射光束を k 個 ($k \geq 4$) の輪帯状の光束 (ここで、光軸側からその外側に向かって、順に第 1、第 2、 \dots 、第 k 光束とする) に分割する輪帯状段差部分を形成し、第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／または再生を行う場合には、前記第 1 及び第 k 光束がつくる最良像面位置における前記第 1 及び第 k 光束の波面収差の球面収差成分は $0.05\lambda 1 \text{ rms}$ 以下 ($\lambda 1$ の光源波長) であり、前記第 2 ないし第 ($k - 1$) 光束のうち、少なくとも 2 つの光束はそれぞれ、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置とは異なる位置に見かけ上の最良像面位置が形成され、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置で、前記第 1 の光情報記録媒体に対

する必要開口数内を通る前記第 1 ないし第 k 光束のそれぞれの光束内の光線の波面収差がほぼ $m_i \lambda_1$ (m_i 個は整数で、 $i = 1, 2, \dots, k$) となることを特徴とする。

【0109】

請求項 86 に記載の対物レンズは、飽和吸水率が 0.01% 以下である材料から形成されている両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0110】

請求項 87 に記載の対物レンズは、光源波長が 350～500 nm の領域で、光透過率が 85% 以上である材料から形成されている両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

【0111】

請求項 88 に記載の対物レンズは、少なくとも 2 種類の光情報記録媒体から情報を再生し、または光情報記録媒体に情報を記録するための光ピックアップ装置であって、第 1 の波長 λ_1 を有する第 1 の光束を射出する第 1 の光源と、前記第 1 の波長 λ_1 とは異なる第 2 の波長 λ_2 を有する第 2 の光束を射出する第 2 の光源と、前記第 1 の光源から出射された前記第 1 の光束を、第 1 の基板厚 (t_1) の透明基板を介して第 1 の光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に、前記第 2 の光源から出射された前記第 2 の光束を、前記第 1 の基板厚 (t_1) よりも厚い第 2 の基板厚 (t_2) の透明基板を介して第 2 の光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記第 1 及び前記第 2 の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、次式を満たす両面非球面単玉対物レンズであることを特徴とする。

$$1.1 \leq d_1 / f \leq 3.0 \quad (11)$$

ただし、

d_1 : 軸上レンズ厚

f : 焦点距離

【0112】

請求項 89 に記載の対物レンズは、像側開口数 NA は、0.75 以上であるこ

とを特徴とする。

【0 1 1 3】

請求項 9 0 に記載の対物レンズは、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えていることを特徴とする。

【0 1 1 4】

請求項 9 1 に記載の対物レンズは、前記回折面は、短波長 ($\lambda 1$) である第 1 の光束を、透明基板厚 ($t 1$) の小さい第 1 の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07 \lambda 1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長 ($\lambda 2$) である第 2 の光束を、透明基板厚 ($t 2$) の大きい第 2 の情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07 \lambda 2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする。

【0 1 1 5】

請求項 9 2 に記載の対物レンズは、前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有することを特徴とする。

【0 1 1 6】

請求項 9 3 に記載の対物レンズは、前記回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする。

【0 1 1 7】

請求項 9 4 に記載の対物レンズは、前記両面非球面単玉対物レンズであって、その少なくとも一方の面に、屈折作用により入射光束を k 個 ($k \geq 4$) の輪帯状の光束 (ここで、光軸側からその外側に向かって、順に第 1、第 2、 \dots 、第 k 光束とする) に分割する輪帯状段差部分を形成し、第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／または再生を行う場合には、前記第 1 及び第 k 光束がつくる最良像面位置における前記第 1 及び第 k 光束の波面収差の球面収差成分は $0.05 \lambda 1 \text{ rms}$ 以下 ($\lambda 1$ の光源波長) であり、前記第 2 ないし第 ($k - 1$) 光束のうち、少なくとも 2 つの光束はそれぞれ、前記第 1 及び第 k 光束がつく

る前記最良像面位置とは異なる位置に見かけ上の最良像面位置が形成され、前記第 1 及び第 k 光束がつくる前記最良像面位置で、前記第 1 の光情報記録媒体に対する必要開口数内を通る前記第 1 ないし第 k 光束のそれぞれの光束内の光線の波面収差がほぼ $m_i \lambda$ (m_i 個は整数で、 $i = 1, 2, \dots, k$) となることを特徴とする。

【0 1 1 8】

請求項 9 5 に記載の対物レンズは、少なくとも前記対物レンズで発生する球面収差の変動を補正する手段を有する光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【0 1 1 9】

請求項 9 6 に記載の対物レンズは、前記球面収差の変動を補正する手段が、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっている光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【0 1 2 0】

請求項 9 7 に記載の対物レンズは、前記少なくとも 1 枚の正レンズと前記少なくとも 1 枚の負レンズとが、前記光源と前記対物レンズの間に設けられ、少なくとも 1 つの構成要素が光軸方向に沿って可動であり、かつ次式を満たす光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

$$\nu d P > \nu d N \quad (12)$$

ただし、

$\nu d P$: 前記正レンズの d 線のアッベ数

$\nu d N$: 前記負レンズの d 線のアッベ数

【0 1 2 1】

請求項 9 8 に記載の対物レンズは、前記正レンズと前記負レンズが次式を満たす光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

$$\nu d P > 55 \quad (13)$$

$$\nu d N < 35 \quad (14)$$

【0 1 2 2】

請求項 9 9 に記載の対物レンズは、前記球面収差の変動とを補正する手段を前記光源側から順に前記正レンズを含む正レンズ群と前記負レンズを含む負レンズ群、あるいは前記負レンズを含む負レンズ群と前記正レンズを含む正レンズ群とから構成した場合、次式が成立する光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| / \Delta v d \leq 0.05 \quad (15)$$

ただし、

Δd : 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量 (ただし、前記光ピックアップ装置が 2 種類の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行える場合には、いずれか一方の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行うときにおける、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量)

f_P : 前記正レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

f_N : 前記負レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

$\Delta v d$: 前記正レンズ群及び前記負レンズ群中、正レンズのアッベ数の最大値と負レンズのアッベ数の最小値との差

【0123】

請求項 1 0 0 に記載の対物レンズは、前記球面収差の変動を補正する手段が、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えた光学素子を含む光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。尚、回折面を備えた光学素子には、前記レンズ群中の一つのレンズを含み、従って、前記正レンズ群又は前記負レンズの一方であることを含む。また、それらレンズ以外に別に設けられた光学素子であることも含む。

【0124】

請求項 1 0 1 に記載の対物レンズは、前記回折面は、前記光源の波長が長波長側にシフトした際に前記対物レンズのバックフォーカスを短くするような波長特性を有することを特徴とする。

【0125】

請求項102に記載の対物レンズは、前記回折面は、短波長($\lambda 1$)である第1の光束を、透明基板厚($t 1$)の小さい前記第1光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、長波長($\lambda 2$)である第2の光束を、透明基板厚($t 2$)の大きい前記第2情報記録媒体に対して、情報の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数内で波面収差 $0.07\lambda 2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光できるような波長特性を有することを特徴とする。

【0126】

請求項103に記載の対物レンズは、前記回折面は、光源の波長が長波長側にシフトした際に対物レンズの球面収差が補正不足になるような球面収差特性を有することを特徴とする。

【0127】

請求項104に記載の対物レンズは、前記球面収差の変動を補正する手段を、前記光源側から順に前記正レンズを含む正レンズ群と前記負レンズを含む負レンズ群、あるいは前記負レンズを含む負レンズ群と前記正レンズを含む正レンズ群とから構成した場合、次式が成立する光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| \leq 0.50 \quad (16)$$

ただし、

Δd : 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量 (ただし、前記光ピックアップ装置が2種類の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行える場合には、いずれか一方の光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行うときにおける、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する手段の可動要素の移動量)

f_P : 前記正レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

f_N : 前記負レンズ群の焦点距離 (ただし、前記正レンズ群に回折面を備えている場合には、屈折パワーと回折パワーを加えた全体の焦点距離)

【0128】

請求項105に記載の対物レンズは、前記球面収差の変動を補正する手段が、屈折率分布変化が可能な素子を有する光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【0129】

請求項106に記載の対物レンズは、プラスチック材料から形成されることを特徴とする。

【0130】

請求項107に記載の対物レンズは、前記光源が、少なくとも500nm以下の発振波長を有する光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【0131】

請求項108に記載の対物レンズは、前記第1の透明基板厚(t_1)が、0.2mm以下であり、前記第2の透明基板厚(t_2)は、0.5mm以上であり、前記第2の波長 λ_2 は、600nm以上800nm以下である光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【0132】

請求項109に記載の対物レンズは、無限遠物体からの波長 λ_1 又は λ_2 の平行光束に対して波面収差を $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 又は $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下に抑えること、有限距離からの波長 λ_1 又は λ_2 の発散光束に対して波面収差を $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 又は $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下に抑えること、及び像側物体に向かう波長 λ_1 又は λ_2 の収斂光束に対して波面収差を $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 又は $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下に抑えることの少なくとも一つを行う光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【0133】

請求項110に記載の対物レンズは、前記球面収差の変動を補正する手段が、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズとを含み、少なくともその一方は光軸方向に変移可能な可動要素となっている光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【0134】

請求項 1 1 1 に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動を補正する手段が、前記球面収差の変動に応じて前記可動要素を光軸に沿って変移させる変移装置を含む光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【 0 1 3 5 】

請求項 1 1 2 に記載の対物レンズは、飽和吸水率が 0. 0 1 % 以下である材料から形成されていることを特徴とする。

【 0 1 3 6 】

請求項 1 1 3 に記載の対物レンズは、光源波長が 3 5 0 ~ 5 0 0 n m の領域で、光透過率が 8 5 % 以上である材料から形成されていることを特徴とする。

【 0 1 3 7 】

本明細書中で用いる回折面とは、光学素子の表面、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光線の角度を変える作用を持たせた形態（又は面）のことをいい、一つの光学面に回折を生じる領域と生じない領域がある場合は、回折を生じる領域をいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものである。

【 0 1 3 8 】

本明細書中において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズ群を指すものとする。

【 0 1 3 9 】

本明細書中において、光情報記録媒体（光ディスク）としては、例えば、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM等の各種CD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD-Video等の各種DVD、或いはMD等のディスク状の現在の光情報記録媒体および次世代の記録媒体なども含まれる。尚、本明細書中において用いる透明基板とは、厚さが 0 m m すなわち透明基板が存在しない場合も含む。

【 0 1 4 0 】

本明細書中において、情報の記録および再生とは、上記のような情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること、情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明の光ピックアップ装置は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、或る情報記録媒体に対しては記録を行い、別の情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【 0 1 4 1 】

本発明の光ピックアップ装置は、各種のプレーヤまたはドライブ等、あるいはそれらを組み込んだ A V 機器、パソコン、その他の情報端末等の音声および／または画像の記録および／または再生装置に搭載することができる。

【 0 1 4 2 】

【発明の実施の形態】

本実施の形態において用いられる非球面は、次の〔数 1〕で表される。但し、 x は光軸方向の軸、 h は光軸と垂直方向の軸、光の進行方向を正とし、 r は近軸曲率半径、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

【数 1】

$$X = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) h^2 / r^2}} + \sum_{i=2}^{\infty} A_{2i} h^{2i}$$

【 0 1 4 3 】

本実施の形態で用いられる回折面は、光路差関数として〔数 2〕により表され

る。

【数 2】

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h^{2i}$$

【0 1 4 4】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

図 1 は、本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成図である。図 1 において、第 1 の光情報記録媒体 2 3 に対して記録および／または再生を行う第 1 光源 1 1 と、第 2 の光情報記録媒体 2 4 に対して記録および／または再生を行う第 1 光源 1 1 とは波長の異なる第 2 光源 1 2 とを備え、それぞれの光源から射出される発散光束の発散角を所望の発散角に変換するカップリングレンズ 2 1、2 2 と、上記それぞれの光源からの光束をほぼ同一の方向に進むようにする光路合成手段であるビームスプリッタ 6 2 と、ビームスプリッタ 6 2 からの光束を光情報記録媒体の情報記録面 5 に集光する対物レンズ 3 と、光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器 4 1、4 2 とを備えている。図中、8 は絞り、9 はシリンドリカルレンズ、7 1、7 2 は 1/4 波長板、1 5 は光源 1 1 からの発散光束の発散度を小さくするためのカップリングレンズ、1 6 は凹レンズ、1 7 は反射光束を分離するためのホログラムである。

【0 1 4 5】

更に、本実施の形態においては、対物レンズ 3 の球面収差の変動を補正する手段及び発散角度変更手段として、前記光源側から順に配置された負レンズ 5 と正レンズ 4 と、アクチュエータ 7 を備えている。アクチュエータ 7 は、光学要素としての負レンズ 5 を光軸方向に移動させて光束の発散角度を変更する変移装置として機能する。尚、6 は、フォーカシングのため対物レンズ 3 を光軸方向に駆動するアクチュエータである。第 1 光源 1 1 は波長 $\lambda_1 = 405 \text{ nm}$ のレーザ光を

射出し、第2光源12は波長 $\lambda_2 = 655\text{ nm}$ のレーザ光を射出できるものとする。

【0146】

以下に述べる実施例において、実施例1、2は、対物レンズ3に回折面を設けて軸上色収差を補正しており、実施例3～5は、負レンズ5と正レンズ4に特定の素材を用いて軸上色収差を補正しており、実施例6～8は、負レンズ5と正レンズ4の少なくとも一方に回折面を設けて対物レンズ3の軸上色収差を補正しており、実施例9は、対物レンズ3の材料と、正レンズ4に設けた回折面の相乗効果で対物レンズ3の軸上色収差を補正している。また、実施例4、5は、異なる光情報記録媒体に対し、同一の光学系を用いて情報の記録又は再生を行う例である。尚、以下の対物レンズの実施例では、吸水率0.01%以下で、光源波長400nmの光束による透過率が90.5%及び光源波長700nmの光束による透過率が92%であるプラスチック材料を用いて形成した。以下、各実施例について説明する。

【0147】

(実施例1)

表1に、実施例1における、負レンズ5、正レンズ4、対物レンズ3からなる光学系に関するデータを示す。尚、これより示すレンズデータ内において、10のべき乗数（例えば、 2.5×10^{-3} ）を、E（例えば、 $2.5 \times E - 3$ ）を用いて表している。また、回転対称な多項式によって表される回折面の回折による1次光は、回折後収束する方向に光線の角度が変化する光のことを意味する。

【表 1】

実施例1
 λ 1 405nm
 NA 0.85

		r(mm)	d(mm)	N_{d1}	νd
1	球面収差補	-604.711	0.800	1.91409	23.8
2	正手段	7.532	1.000		
3		8.122	1.200	1.50717	81.6
4		-11.199	1.000		
5(絞り)		∞	0.000		
6(非球面1, 回折面1)	対物レンズ	1.233	2.688	1.52524	56.5
7(非球面2)		-0.931	0.334		
8	透明基板	∞	0.100	1.81949	30.0
9		∞	0.000		

非球面1

K	-6.8440E-01
A_4	1.7085E-02
A_6	2.4417E-03
A_8	1.4011E-03
A_{10}	3.9966E-04
A_{12}	-2.0375E-04
A_{14}	1.8903E-05
A_{16}	2.6231E-05
A_{18}	2.3047E-05
A_{20}	-1.4976E-05

回折面1

b_1	-7.0001E-03
-------	-------------

非球面2

K	-22.173426
A_4	0.345477
A_6	-0.821245
A_8	0.890651
A_{10}	-0.391613
A_{12}	-0.252257E-03
A_{14}	-0.109081E-09
A_{16}	-0.165822E-10
A_{18}	-0.250470E-11
A_{20}	-0.370377E-12

【0 1 4 8】

図2は、実施例1に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。図3は、対物レンズ3にかかる球面収差図である。実施例1においては、波長405nmの第1光源11と、対物レンズ3の像側開口数NA0.85との組み合わせにより情報の記録又は再生を行うものとする。本実施例においては、前記球面収差の変動を補正する手段の負レンズ5及び正レンズ4の材料として、それぞれ $\nu d N = 23.8$ 、 $\nu d P = 81.6$ の材料を選び、更に、対物レンズ3の光源側の面に回折面を設けることで、対物レンズ3で発生する軸上

色収差を補正している。

【0149】

本実施例では、波長変動あるいは温度変化時の球面収差の変動の補正を、以下のように行うことができる。本実施例の場合は、波長が大きくなったとき、あるいは温度が上昇したときに対物レンズ3では、補正過剰の球面収差が発生する。かかる場合、発生した球面収差を、アクチュエータ7により負レンズ5を光軸に沿って動かすことで、負レンズ5と正レンズ4の間隔を小さくすれば、補正不足の球面収差を発生させることができる。適切な量だけ負レンズ5を動かせば、補正過剰の球面収差をキャンセルすることができ、球面収差の補正結果を示す表2から明らかなように、光学系全体の球面収差は良好となる。

【表2】

実施例1			
像高特性 WFE _{rms}		Y=0 μ m Y=10 μ m	0.004 λ (1.00mm) 0.011 λ
波長特性 WFE _{rms}	+10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.005 λ (0.75mm) +0.47
	-10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.011 λ (1.27mm) -0.64
温度特性 WFE _{rms}	+30°C -30°C	Y=0 μ m	0.008 λ (0.80mm) 0.024 λ (1.22mm)

注) 表中カッコ内の数字は球面収差補正手段、および発散度変更手段の負・正レンズ間の間隔を表す

【0150】

(実施例2)

表3に、実施例2における、負レンズ5、正レンズ4、対物レンズ3からなる光学系に関するデータを示す。

【表 3】

実施例2
 λ 1 405nm
 NA 0.85

		r(mm)	d(mm)	N_{d1}	ν_d
1	球面収差補 正手段	-6.551	0.800	1.61949	30.0
2		5.582	1.000		
3		8.542	1.200	1.52524	56.5
4		-5.364	1.000		
5(絞り)		∞	0.000		
6(非球面1, 回折面1)	対物レンズ	1.233	2.688	1.52524	56.5
7(非球面2)		-0.931	0.334		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面1

K	-6.8440E-01
A_4	1.7085E-02
A_6	2.4417E-03
A_8	1.4011E-03
A_{10}	3.9966E-04
A_{12}	-2.0375E-04
A_{14}	1.8903E-05
A_{16}	2.6231E-05
A_{18}	2.3047E-05
A_{20}	-1.4976E-05

回折面1

b_2	-7.0001E-03
-------	-------------

非球面2

K	-22.173426
A_4	0.345477
A_6	-0.821245
A_8	0.890651
A_{10}	-0.381813
A_{12}	-0.252257E-03
A_{14}	-0.109061E-09
A_{16}	-0.156822E-10
A_{18}	0.250470E-11
A_{20}	0.370377E-12

【0 1 5 1】

図4は、第3の実施例に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。図5は、対物レンズ3にかかる球面収差図である。実施例2においては、波長405nmの第1光源11と、対物レンズ3の像側開口数NA0.85との組み合わせにより情報の記録又は再生を行うものとする。実施例2では、前記球面収差の変動を補正する手段の負レンズ5及び正レンズ4の材料として、それぞれ $\nu_d N = 30.0$ 、 $\nu_d P = 56.5$ の材料を選び、更に、対物レンズ3の光源側の面に回折面を設けることで、対物レンズ3で発生する軸上色

収差を補正している。

【 0 1 5 2 】

本実施例での波長変動あるいは温度変化時の球面収差の変動の補正については、実施例 1 と同様なので、説明は省略する。球面収差の補正結果を示す表 4 から明らかなように、波長変動時あるいは温度変化時の球面収差は良好なものとなっている。また、対物レンズ 3 及び球面収差の変動を補正する手段として、負レンズ 5 及び正レンズ 4 にプラスチック材料を用いることで、光学系の軽量化・可動機構への負担の軽減を図っている。

【表 4】

実施例 2			
像高特性 WFE_rms		Y=0 μ m Y=10 μ m	0.005 λ (1.00mm) 0.009 λ
波長特性 WFE_rms	+10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.005 λ (0.91mm) +1.30
	-10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.009 λ (1.10mm) -1.60
温度特性 WFE_rms	+30°C -30°C	Y=0 μ m	0.007 λ (0.88mm) 0.017 λ (1.13mm)

注) 表中カッコ内の数字は球面収差補正手段、および発散度変更手段の負・正レンズ間の間隔を表す

【 0 1 5 3 】

(実施例 3)

表 5 に、実施例 3 における、負レンズ 5、正レンズ 4、対物レンズ 3 からなる光学系に関するデータを示す。

【表 5】

実施例3
 λ 1 405nm
 NA 0.85

		r(mm)	d(mm)	N_d	ν_d
1	球面収差補	-20.486	0.800	1.91409	23.8
2	正手段	14.729	1.000		
3		26.278	1.200	1.50717	81.6
4		-7.040	1.000		
5(絞り)		∞	0.000		
6(非球面1)	対物レンズ	1.225	2.845	1.52524	56.5
7(非球面2)		-0.763	0.292		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面1

K	-0.699712
A_4	0.166008E-01
A_6	0.209051E-02
A_8	0.157932E-02
A_{10}	0.212509E-03
A_{12}	-0.344184E-03
A_{14}	0.119417E-04
A_{16}	0.577745E-04
A_{18}	0.409189E-04
A_{20}	-0.257292E-04

非球面2

K	-20.033672
A_4	0.331327
A_6	-0.881378
A_8	0.965015
A_{10}	-0.412771
A_{12}	-0.252257E-03
A_{14}	-0.110756E-09
A_{16}	-0.168921E-10
A_{18}	-0.253030E-11
A_{20}	-0.370376E-12

【0 1 5 4】

図 6 は、第 3 の実施例に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。図 7 は、対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。実施例 3 においては、波長 4 0 5 n m の第 1 光源 1 1 と、対物レンズ 3 の像側開口数 N A 0 . 8 5 との組み合わせにより情報の記録又は再生を行うものとする。実施例 3 においては、負レンズ 5 及び正レンズ 4 の材料として、それぞれ $\nu_d N = 23.8$ 、 $\nu_d P = 81.6$ の材料を選ぶことで、軸上色収差を補正している。

【0 1 5 5】

本実施例での波長変動あるいは温度変化時の球面収差の補正は実施例 1 と同様なので、説明は省略する。球面収差の補正結果を示す表 6 から明らかなように、

波長変動時あるいは温度変化時の球面収差は良好なものとなっている。また、対物レンズ3にプラスチック材料を用いることで、光学系の軽量化・可動機構への負担の軽減を図っている。

【0156】

(実施例4)

表7に、実施例4における、負レンズ5、正レンズ4、対物レンズ3からなる光学系に関するデータを示す。

【表6】

実施例3			
像高特性 WFE _{rms}		Y=0 μ m Y=10 μ m	0.010 λ (1.00mm) 0.011 λ
波長特性 WFE _{rms}	+10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.025 λ (0.87mm) +1.81
	-10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.021 λ (1.21mm) -2.03
温度特性 WFE _{rms}	+30°C	Y=0 μ m	0.028 λ (0.70mm)
	-30°C		0.024 λ (1.28mm)

注) 表中カッコ内の数字は球面収差補正手段、および発散度変更手段の負・正レンズ間の間隔を表す

【0157】

図8、9は、第4の実施例に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。図10、11は、異なる光情報記録媒体に情報の記録又は再生を行う際における、対物レンズ3にかかる球面収差図である。実施例4においては、同一光学系を用いて、波長405nmの第1光源11と、透明基板厚0.1mmの光情報記録媒体との組み合わせ、又は波長655nmの第2光源11と、透明基板厚0.6mmの光情報記録媒体との組み合わせにより情報の記録又は再生を行う光ピックアップ装置の例である。実施例4においては、負レンズ5及び正レンズ4の材料として、それぞれ $n_d N = 30.0$ 、 $n_d P = 56.5$ の材料を選ぶことで、軸上色収差を補正している。

【0158】

実施例4においては、光情報記録媒体の基板厚の変化に起因して発生する球面

収差の変動を、光源側から順に 1 枚の負レンズ 5、1 枚の正レンズ 4 から構成される発散角度変更手段の間隔を変えることで補正している。また、対物レンズ 3 の光源側の面に回折面を設けることで、上記球面収差をより良好に補正している。更に、光源の波長変動時や温湿度変化時の対物レンズの球面収差劣化も、発散度変更手段の間隔を変えることで良好に補正している。すなわち、表 8 から明らかなように、負レンズ 5 と正レンズ 4 の間隔を適切な間隔に変更することで、基板厚変更時、波長変動時及び温湿度変化時の対物レンズ 3 の球面収差劣化を、良好に補正している。また、対物レンズ 3 及び、負レンズ 5、正レンズ 4 にプラスチック材料を用いることで、光学系の軽量化・可動機構への負担の軽減を図っている。

【表 7】

実施例4
 $\lambda 1$ 405nm
 $\lambda 2$ 655nm
 $NA1$ 0.85
 $NA2$ 0.65

		r(mm)	d(mm)	N_{d1}	ν_d
1(非球面1)	発散度変更	-4.511	0.800	1.81949	30.0
2(非球面2)	手段	5.332	(可変間隔1)		
3(非球面3)		8.748	1.200	1.52524	56.5
4(非球面4)		-5.817	1.700		
5(絞り)		∞	-0.700		
6(非球面5, 回折面1)	対物レンズ	1.180	2.518	1.52524	56.5
7(非球面6)		-1.146	(可変間隔2)		
9	透明基板	∞	(可変間隔3)	1.61949	30.0
10		∞			

	$\lambda 1$	$\lambda 2$
可変間隔1	2.271	0.602
可変間隔2	0.405	0.261
可変間隔3	0.100	0.600

非球面1			
K	-1.822446		
A_4	0.191843E-02		
A_6	0.153453E-02		
A_8	-0.374714E-02		
A_{10}	-0.398906E-04		
A_{12}	-0.492552E-12		
非球面2			
K	-0.35913		
A_4	-0.388216E-03		
A_6	0.335772E-03		
A_8	-0.159195E-02		
A_{10}	-0.762648E-03		
A_{12}	-0.415896E-09		
非球面3			
K	-4.378052		
A_4	-0.792779E-03		
A_6	0.100408E-02		
A_8	0.225068E-03		
A_{10}	-0.135761E-03		
A_{12}	-0.587062E-07		
A_{14}	-0.446993E-04		
A_{16}	-0.168320E-05		
A_{18}	-0.866153E-06		
A_{20}	0.105818E-05		
非球面4			
K	-0.159857		
A_4	0.704289E-04		
A_6	0.247603E-03		
A_8	0.322371E-03		
A_{10}	0.612332E-04		
A_{12}	-0.531835E-04		
A_{14}	-0.338725E-04		
A_{16}	0.191316E-05		
A_{18}	-0.294735E-07		
A_{20}	0.623600E-06		
非球面5		回折面1	
K	-7.8308E-01	b_2	-1.0000E-06
A_4	2.0173E-02	b_4	-2.3356E-03
A_6	-1.8406E-03	b_6	-7.2905E-04
A_8	7.0621E-03	b_8	9.8120E-04
A_{10}	-6.8717E-04	b_{10}	-5.0686E-05
A_{12}	-8.6434E-04	b_{12}	-1.8831E-04
A_{14}	8.6499E-05	b_{14}	-1.0233E-04
A_{16}	2.8047E-04	b_{16}	5.9750E-05
A_{18}	4.7069E-05	b_{18}	2.6555E-05
A_{20}	-4.4529E-05	b_{20}	-1.0935E-05
非球面6			
K	-20.315405		
A_4	0.267833		
A_6	-0.480343		
A_8	0.288867		
A_{10}	-0.118103		
A_{12}	0.487287E-02		
A_{14}	0.998218E-09		
A_{16}	0.122952E-09		
A_{18}	0.157221E-10		
A_{20}	0.192406E-11		

【 0 1 5 9 】

(実施例 5)

表 9 に、実施例 5 における、負レンズ 5、正レンズ 4、対物レンズ 3 からなる光学系に関するデータを示す。

【表 8】

実施例 4

			405nm NA 0.85	655nm NA 0.65
像高特性 WFE _{rms}		Y=0 μ m Y=10 μ m	0.008 λ (2.27mm) 0.025 λ	0.008 λ (0.60mm) 0.030 λ
波長特性 WFE _{rms}	+10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.019 λ (2.24mm) +3.57	0.005 λ (0.62mm) +0.47
	-10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.021 λ (2.31mm) +3.57	0.010 λ (0.59mm) +0.47
温度特性 WFE _{rms}	+30°C -30°C	Y=0 μ m	0.028 λ (2.15mm) 0.028 λ (2.44mm)	0.018 λ (0.63mm) 0.006 λ (0.58mm)

注) 表中カッコ内の数字は球面収差補正手段、および発散度変更手段の負・正レンズ間の間隔を表す

【 0 1 6 0 】

図 1 2、1 3 は、実施例 5 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。図 1 4、1 5 は、異なる光情報記録媒体に情報の記録又は再生を行う際における、対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。実施例 5 においては、同一光学系を用いて、波長 4 0 5 n m の第 1 光源 1 1 と、透明基板厚 0. 1 m m の光情報記録媒体との組み合わせ、又は波長 6 5 5 n m の第 2 光源 1 1 と、透明基板厚 0. 6 m m の光情報記録媒体との組み合わせにより情報の記録又は再生を行う光ピックアップ装置の例である。実施例 5 においては、負レンズ 5 及び正レンズ 4 の材料として、それぞれ $v_d N = 3 0. 0$ 、 $v_d P = 5 6. 5$ の材料を選ぶことで、軸上色収差を補正している。

【 0 1 6 1 】

実施例 4 と同様に、表 1 0 から明らかなように、負レンズ 5 と正レンズ 4 の間隔を適切な間隔に変更することで、基板厚変更時、波長変動時及び温湿度変化時の対物レンズの球面収差劣化を、良好に補正出来る。また、対物レンズ 3、負レンズ 5、正レンズ 4 にプラスチック材料を用いることで、光学系の軽量化・可動機構への負担の軽減を図っている。

【 0 1 6 2 】

尚、球面収差の変動を補正する手段としての負レンズ5に入射する光束は、上述した実施例のように平行光だけでなく、発散光あるいは収斂光であっても、本発明の光学系を同様に適用することができ。また、本実施例では図示していないが、光源と球面収差補正手段の間に、光源からの光束の発散度を変えるカップリングレンズを設けることができる。かかるカップリングレンズに回折面を付加して、長波長側でバックフォーカスが短くなるような回折レンズとすることで、対物レンズで発生する軸上色収差を補正できる。

【 0 1 6 3 】

本発明による光学系に用いるカップリングレンズは、上記の形態に限らず、同一出願人による特願 2 0 0 0 - 0 6 0 8 4 3 号にあるようなものであれば、対物レンズ3で発生する軸上色収差をより良好に補正できる。

【 0 1 6 4 】

また、上記カップリングレンズと球面収差の変動を補正する手段（負レンズ5、正レンズ4）の間に、光源からの光束の非点隔差を緩和し、球面収差補正手段にほぼ円形の光束を入射させることができるビーム整形素子を設ける場合、温湿度変化に起因するカップリングレンズの焦点移動により、カップリングレンズからの光束の発散度が変わって、上記ビーム整形素子により非点収差が発生してしまう。これを抑えるためには、同一出願人による特願 2 0 0 0 - 0 5 3 8 5 8 号にあるようなカップリングレンズを用いることで、ビーム整形素子による非点収差の発生を抑えることができる。

【 0 1 6 5 】

尚、実施例4、5において、光源波長 6 5 5 nm、透明基板厚 0. 6 mm の光情報記録媒体に対する収差図は、NA 0. 6 5 まで図示している。しかし、この時、対物レンズ3には光源波長 4 0 5 nm、NA 0. 8 5 で決まる絞りを全て通過する光束が入射している。結像に寄与しない NA 0. 6 5 以上の光束は、対物レンズ3に設けた回折面の効果を利用してフレア成分とすることで、情報記録面上でスポット径がしぼられ過ぎず、光ピックアップ装置の受光素子での不要信号の検出を防止することが出来る。

【 0 1 6 6 】

(実施例 6)

表 1 1 に、実施例 6 における、負レンズ 5、正レンズ 4、対物レンズ 3 からなる光学系に関するデータを示す。

【表 9】

実施例5
 $\lambda 1$ 405nm
 $\lambda 2$ 655nm
 $NA1$ 0.85
 $NA2$ 0.65

		$r(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	N_d	v_d
1(非球面1)	発散度変更	-8.096	1.000	1.61949	30.0
2(非球面2)	手段	8.534	(可変間隔1)		
3(非球面3)		11.847	1.500	1.52524	58.5
4(非球面4)		-8.791	1.800		
5(絞り)		∞	-0.800		
6(非球面5、回折面1)	対物レンズ	1.979	4.322	1.52524	58.5
7(非球面6)		-1.953	(可変間隔2)		
8	透明基板	∞	(可変間隔3)	1.61949	30.0
10		∞			

	$\lambda 1$	$\lambda 2$
可変間隔1	2.387	1.520
可変間隔2	0.684	0.503
可変間隔3	0.100	0.600

非球面1

K -0.849544
 A_4 0.260023E-03
 A_6 -0.181862E-04
 A_8 -0.543678E-04
 A_{10} -0.451719E-05
 A_{12} -0.484352E-06

非球面2

K -1.511999
 A_4 -0.285477E-03
 A_6 -0.600121E-04
 A_8 -0.938876E-06
 A_{10} -0.920091E-05
 A_{12} -0.437732E-06

非球面3

K -1.415874
 A_4 -0.144873E-03
 A_6 -0.936888E-05
 A_8 0.682686E-06
 A_{10} 0.103613E-06
 A_{12} 0.183933E-08
 A_{14} -0.532583E-08

非球面4

K -0.616512
 A_4 0.103046E-03
 A_6 0.200275E-05
 A_8 -0.886334E-08
 A_{10} 0.156881E-06
 A_{12} -0.106594E-07
 A_{14} 0.106582E-08

非球面5

K -7.7750E-01
 A_4 4.5296E-03
 A_6 -1.0331E-04
 A_8 1.5430E-04
 A_{10} -7.9387E-06
 A_{12} -2.7124E-06
 A_{14} -3.5182E-09
 A_{16} 9.0261E-08
 A_{18} 6.0459E-09
 A_{20} -1.7929E-09

回折面1

b_2 -5.8826E-07
 b_4 -2.4794E-04
 b_6 -8.6880E-05
 b_8 1.6795E-05
 b_{10} -4.0017E-07
 b_{12} -5.6967E-07
 b_{14} -9.9524E-08
 b_{16} 2.4037E-08
 b_{18} 3.4848E-09
 b_{20} -5.1849E-10

非球面6

K -23.140218
 A_4 0.547424E-01
 A_6 -0.325565E-01
 A_8 0.811386E-02
 A_{10} -0.845883E-03
 A_{12} 0.659378E-04
 A_{14} -0.121099E-05
 A_{16} -0.248113E-05
 A_{18} -0.112315E-05
 A_{20} 0.953156E-10

【0167】

図16は、実施例6に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。図17は、対物レンズ3にかかる球面収差図である。実施例6

においては、波長405nmの第1光源11と、対物レンズ3の像側開口数NA0.85との組み合わせにより情報の記録又は再生を行うものとする。実施例6においては、正レンズ4の光情報記録媒体側の面に回折面を付加し、長波長側でバックフォーカスが短くなるような回折レンズとすることで、対物レンズ3の軸上色収差を補正している。

【0168】

本実施例における光源波長変動あるいは温度変化時の球面収差の変動の補正については実施例1と同様なので、説明は省略する。表12から明らかなように、波長変動時あるいは温度変化時の球面収差は良好なものとなっている。また、対物レンズ3、負レンズ5、正レンズ4にプラスチック材料を用いることで、光学系の軽量化・可動機構への負担の軽減を図っている。

【0169】

(実施例7)

表13に、実施例7における、負レンズ5、正レンズ4、対物レンズ3からなる光学系に関するデータを示す。

【表10】

実施例5			405nm NA 0.85	655nm NA 0.65
像高特性		Y=0 μ m	0.008 λ (2.36mm)	0.001 λ (1.52mm)
WFE _{rms}		Y=10 μ m	0.021 λ	0.019 λ
波長特性	+10nm	Y=0 μ m	0.044 λ (2.35mm)	0.002 λ (1.57mm)
WFE _{rms}		Δf_B (μ m)	+4.90	+0.82
	-10nm	Y=0 μ m	0.045 λ (2.39mm)	0.002 λ (1.47mm)
		Δf_B (μ m)	-5.47	-0.86
温度特性	+30°C	Y=0 μ m	0.061 λ (2.22mm)	0.006 λ (1.57mm)
WFE _{rms}	-30°C		0.081 λ (2.55mm)	0.004 λ (1.45mm)

注) 表中カッコ内の数字は球面収差補正手段、および発散度変更手段の負・正レンズ間の間隔を表す

【0170】

図18は、実施例7に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。図19は、対物レンズ3にかかる球面収差図である。実施例7においては、波長405nmの第1光源11と、対物レンズ3の像側開口数NA0.85との組み合わせにより情報の記録又は再生を行うものとする。実施例7においては、正レンズ4の両面に回折面を付加し、長波長側でバックフォーカス

が短くなるような回折レンズとすることで、対物レンズ 3 の軸上色収差を補正している。

【0 1 7 1】

本実施例における光源波長変動あるいは温度変化時の球面収差の変動の補正については実施例 1 と同様なので、説明は省略する。表 1 4 から明らかなように、波長変動時あるいは温度変化時の球面収差は良好なものとなっている。また、対物レンズ 3、負レンズ 5、正レンズ 4 にプラスチック材料を用いることで、光学系の軽量化・可動機構への負担の軽減を図っている。

【0 1 7 2】

(実施例 8)

表 1 5 に、実施例 8 における、負レンズ 5、正レンズ 4、対物レンズ 3 からなる光学系に関するデータを示す。

【表 1 1】

実施例 6
 λ 1 405nm
 NA 0.85

		r(mm)	d(mm)	N_d	ν_d
1(非球面1)	球面収差補	-5.556	0.800	1.52524	56.5
2(非球面2)	正手段	5.279	1.000		
3(非球面3)		12.098	1.200	1.52524	56.5
4(非球面4, 回折面1)		-6.085	1.000		
5(絞り)		∞	0.000		
6(非球面5)	対物レンズ	1.225	2.845	1.52524	56.5
7(非球面6)		-0.763	0.292		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面1

K -0.057258
 A_4 -0.145908E-02
 A_6 0.652770E-02
 A_8 -0.253887E-02
 A_{10} -0.322205E-02

非球面2

K 4.075934
 A_4 0.363395E-02
 A_6 -0.226920E-02
 A_8 -0.283908E-02
 A_{10} -0.304265E-03

非球面3

K 5.325081
 A_4 0.106266E-03
 A_6 -0.548799E-04
 A_8 0.147470E-03
 A_{10} 0.406608E-03
 A_{12} -0.127768E-03

非球面4

K 1.1373
 A_4 -1.4644E-03
 A_6 4.4031E-04
 A_8 2.4780E-04
 A_{10} 4.4028E-05
 A_{12} -1.3327E-05

回折面1

b_2 -1.0000E-02
 b_4 -4.9385E-04
 b_6 2.4343E-04
 b_8 1.1215E-04
 b_{10} -2.7348E-05

非球面5

K -0.689712
 A_4 0.166009E-01
 A_6 0.209051E-02
 A_8 0.157932E-02
 A_{10} 0.212509E-03
 A_{12} -0.344184E-03
 A_{14} 0.119417E-04
 A_{16} 0.577745E-04
 A_{18} 0.409189E-04
 A_{20} -0.257292E-04

非球面6

K -20.033672
 A_4 0.331327
 A_6 -0.881378
 A_8 0.985015
 A_{10} -0.412771
 A_{12} -0.252257E-03
 A_{14} -0.110756E-09
 A_{16} -0.168821E-10
 A_{18} -0.253030E-11
 A_{20} -0.370376E-12

【 0 1 7 3 】

図 2 0 は、実施例 8 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。図 2 1 は、対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。実施例 8 においては、波長 4 0 5 n m の第 1 光源 1 1 と、対物レンズ 3 の像側開口数 N A 0 . 8 5 との組み合わせにより情報の記録又は再生を行うものとする。実施例 8 においては、負レンズ 5 及び正レンズ 4 の両面に回折面を付加し、長波長側でバックフォーカスが短くなるような回折レンズとすることで、対物レンズ 3 の軸上色収差を補正している。

【 0 1 7 4 】

本実施例における光源長変動あるいは温度変化時の球面収差の補正については、実施例 1 と同様なので説明は省略する。表 1 6 から明らかなように、波長変動時あるいは温度変化時の球面収差は良好なものとなっている。また、対物レンズ 3、負レンズ 5、正レンズ 4 にプラスチック材料を用いることで、光学系の軽量化・可動機構への負担の軽減を図っている。

【 0 1 7 5 】

(実施例 9)

表 1 7 に、実施例 9 における、負レンズ 5、正レンズ 4、対物レンズ 3 からなる光学系に関するデータを示す。本実施例における光源波長変動あるいは温度変化時の球面収差の変動の補正については実施例 1 と同様なので、説明は省略する。

【表 1 2】

実施例6			
像高特性 WFE _{rms}		Y=0 μ m Y=10 μ m	0.008 λ (1.00mm) 0.017 λ
波長特性 WFE _{rms}	+10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.009 λ (0.94mm) +3.01
	-10nm	Y=0 μ m Δf_B (μ m)	0.009 λ (1.06mm) -3.71
温度特性 WFE _{rms}	+30°C	Y=0 μ m	0.005 λ (0.93mm)
	-30°C		0.016 λ (1.07mm)

注) 表中カッコ内の数字は球面収差補正手段、および発散度変更手段の負・正レンズ間の間隔を表す

【0 1 7 6】

図 2 2 は、実施例 9 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。図 2 3 は、対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。実施例 9 においては、波長 4 0 5 nm の第 1 光源 1 1 と、対物レンズ 3 の像側開口数 NA 0. 8 5 との組み合わせにより情報の記録又は再生を行うものとする。実施例 9 においては、正レンズ 4 の光情報記録媒体側の面に回折面を付加し、長波長側でバックフォーカスが短くなるような回折レンズとすることで、対物レンズ 3 の軸上色収差を補正している。また、上記球面収差補正手段の負レンズ 5 及び正レンズ 4 の材料として、それぞれ $N = 3 0. 0$ 、 $P = 5 6. 5$ の材料を選ぶことで、より良好に対物レンズの軸上色収差を補正している。

【0 1 7 7】

図 2 4 は、異なる実施の形態にかかる光学系を示す図である。カップリングレンズ CL と、対物レンズ OL との間に、球面収差の変動を補正する素子 SE を挿入している。かかる光学系は、図 1 の負レンズ 5，正レンズ 4，対物レンズ 3 と置換されて用いられることが出来る。

【0 1 7 8】

素子 SE は、4 枚のガラス板 SE 4 の間に、カップリングレンズ CL 側から X 方向液晶素子 SE 1、1/2 波長板 SE 2、Y 方向液晶素子 SE 3 をそれぞれ挟

んでいる。両液晶素子 S E 1, S E 2 を電氣的に駆動させることによって、球面収差の変動の補正が可能である。更に、カップリングレンズ C L における対物レンズ側の面に、輪帯状の回折構造（不図示）を設けることで、対物レンズ O L で発生する軸上色収差とは逆位相の色収差、すなわち短波側ではオーバー、長波側ではアンダーな軸上色収差を発生させることが出来る。その結果、軸上色収差がキャンセルされるので、球面収差の変動を補正する素子 S E と対物レンズ O L とを透過して、光情報記録媒体（不図示）上に焦点を結んだときの波面は、軸受色収差が小さく抑えられた状態となる。

【 0 1 7 9 】

図 2 5 は、本実施の形態の変形例にかかる光学系を示す図である。図 2 5 においては、対物レンズ O L と、球面収差の変動を補正する素子 S E は、図 2 4 に示す実施の形態と同一であるので説明を省略する。図 2 5 においては、カップリングレンズ C L が、負レンズ C L 1 と正レンズ C L 2 とを張り合わせた構成となっており、負レンズ C L 1 のアッベ数 $\nu_d N$ と、正レンズ C L 2 のアッベ数 $\nu_d P$ とは、 $\nu_d N < \nu_d P$ なる関係が成立している。

【 0 1 8 0 】

このように負レンズ C L 1 と正レンズ C L 2 のアッベ数を調整することで、対物レンズ O L で発生する軸上色収差とは逆位相の色収差、すなわち短波側ではオーバー、長波側ではアンダーな軸上色収差を発生させることが出来る。その結果、軸上色収差がキャンセルされるので、球面収差の変動を補正する素子 S E と対物レンズ O L とを透過して、光情報記録媒体（不図示）上に焦点を結んだときの波面は、軸受色収差が小さく抑えられた状態となる。

【 0 1 8 1 】

図 2 6 は、本実施の形態の光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズ 3' を模式的に示した断面図（a）及び光源側から見た正面図（b）である。一点鎖点は光軸を示している。

【 0 1 8 2 】

この対物レンズ 3' は、異なる光情報記録媒体の透明基板の厚さの違いによる球面収差変動の補正を行うことが出来るものである。図 2 6 において、光源側の

屈折面 S 1 及び光ディスク側の屈折面 S 2 は共に非球面形状を呈した正の屈折力を有する凸レンズである。また、対物レンズの光源側の屈折面 S 1 は、光軸と同心状に 4 つの分割面 b 1 ~ b 4 から構成されている。分割面の境界は段差を設けて、それぞれの分割面を形成している。それに伴って、対物レンズの球面収差及び波面収差は上記境界部分に該当する箇所段差を生じている。

【 0 1 8 3 】

通常の対物レンズでは、異なる光情報記録媒体の透明基板厚さの違いによる球面収差発生は避けられない。しかしながら、本実施の形態に使用される対物レンズ 3' では完全な球面収差補正は出来ないものの、次に説明するように、かかる収差をより緩和するように設計されている。

【 0 1 8 4 】

まず、第 1 の光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、最良像面位置において波面収差の球面収差成分が 0.05λ rms 以内になるように屈折面 S 1 及び屈折面 S 2 を設計する。これにより設計された屈折面 S 1 を第 1 分割面 b 1 及び第 4 分割面 b 4 に適用する。そして透明基板厚さ t_3 ($t_1 \leq t_3 \leq t_2$) で最良像面位置において波面収差の球面収差成分が 0.05λ rms 以内になるように、前記屈折面 S 2 を変数とせず新たな屈折面 S 1' を設計する。

【 0 1 8 5 】

この屈折面 S 1' を第 2 分割面 b 2 及び第 3 分割面 b 3 とするのであるが、透明基板厚さ t_3 で最適化しているので、第 1 の光ディスク 10 使用時において、第 1 分割面 b 1 と第 4 分割面 b 4 のつくる最良像面位置とは異なる位置に最良像面位置を見かけ上形成する。しかしながら、その波面収差は、分割面内での波面収差の傾きを変化させ、例えば第 1 の光情報記録媒体（例えば DVD）では右肩下がりの波面収差となり、第 2 の光情報記録媒体（例えば CD）では逆に若干の右肩上がりとなる。このような分割面を 2 つ以上屈折面 S 1 に一部設ける事で、異なる光情報記録媒体における波面収差両立が容易となる。

【 0 1 8 6 】

これらの各分割面の境界位置や分割面の軸上厚を適宜設計することで、DV

Dではビームスポット最小錯乱円位置及びCDでは前ピン位置それぞれにおいて波面収差補正が可能となる。すなわち、DVDでは対物レンズによりビームスポット最小錯乱円位置に集光して第1～4光束LB1～LB4内の光線は、前記最小錯乱円位置においてほぼ波長 λ_1 の整数倍、すなわち $m_i \lambda_1$ (m_i は整数で $i = 1, 2, \dots, k$) の波面収差を有する。

【0187】

また、CDでは必要開口数NA2がNA1よりも小さいため、第1～4光束LB1～LB4をすべて有効活用しなくてもよく、本実施の形態の光ピックアップ装置では、第1～3光束LB1～LB3内の光線が、前記前ピン位置においてほぼ波長 λ_2 の整数倍 $n_i \lambda_2$ (n_i は整数で $i = 1, 2, \dots, k$) の波面収差を有する。第4光束LB4はCDの場合不要光であり、光ディスクの記録面上ではメインのスポット光から間隔をおいた場所にフレアーとして照射する。このフレアーはメインスポット光に対して十分に小さいので、絞り8をDVDの必要開口数相当にしておくだけで、絞り8の開口数を変える手段を必要とせずCD再生が可能となる。勿論、CD使用時に第4光束LB4を遮蔽する機能を持つ絞り8を用いてもよい。

【0188】

従って本発明の光ピックアップ装置は、4つの分割面b1～b4を設けてはいるが、従来技術の対物レンズと異なり、各ディスクにおいて焦点位置を複数持たないので、スポット光量損失を少なくできる。そして、各光ディスク使用時に必要開口数内の光線の波面収差をほぼ波長整数倍としており、必要開口数内を通った光束が互いに干渉して強め合うためスポット光の中心強度を高め、結果として光ディスクから十分な反射光量が得られ、互換性のある光ピックアップ装置として安定した動作が可能となる。

【0189】

以上述べた本実施の形態によれば、半導体レーザのモードホップに起因する球面収差の変動を効果的に補正できる光ピックアップ装置及び光学系、温度・湿度変化等に起因する対物レンズの球面収差の変動を効果的に補正できる光ピックアップ装置及び光学系、短波長レーザと高NA対物レンズとを備え、異なる光情報

記録媒体に対して情報の記録又は再生を行える光ピックアップ装置を提供することが出来る。

【0190】

【発明の効果】

本発明によれば、光ピックアップ装置において、球面収差の変動を効果的に補正できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図2】

実施例1に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。

【図3】

実施例1の光学系に係る対物レンズ3にかかる球面収差図である。

【図4】

実施例2に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。

【図5】

実施例2の光学系に係る対物レンズ3にかかる球面収差図である。

【図6】

実施例3に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。

【図7】

実施例3の光学系に係る対物レンズ3にかかる球面収差図である。

【図8】

実施例4に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図である。

【図9】

実施例4に係る負レンズ5と、正レンズ4と、対物レンズ3の光学系構成図で

ある。

【図 1 0】

実施例 4 の光学系に係る対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。

【図 1 1】

実施例 4 の光学系に係る対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。

【図 1 2】

実施例 5 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。

【図 1 3】

実施例 5 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。

【図 1 4】

実施例 5 の光学系に係る対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。

【図 1 5】

実施例 5 の光学系に係る対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。

【図 1 6】

実施例 6 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。

【図 1 7】

実施例 6 の光学系に係る対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。

【図 1 8】

実施例 7 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。

【図 1 9】

実施例 7 の光学系に係る対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。

【図 2 0】

実施例 8 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。

【図 2 1】

実施例 8 の光学系に係る対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。

【図 2 2】

実施例 9 に係る負レンズ 5 と、正レンズ 4 と、対物レンズ 3 の光学系構成図である。

【図 2 3】

実施例 9 の光学系に係る対物レンズ 3 にかかる球面収差図である。

【図 2 4】

異なる実施の形態にかかる光学系を示す図である。

【図 2 5】

本実施の形態の変形例にかかる光学系を示す図である。

【図 2 6】

本実施の形態の光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズ 3' を模式的に示した断面図 (a) 及び光源側から見た正面図 (b) である。

【符号の説明】

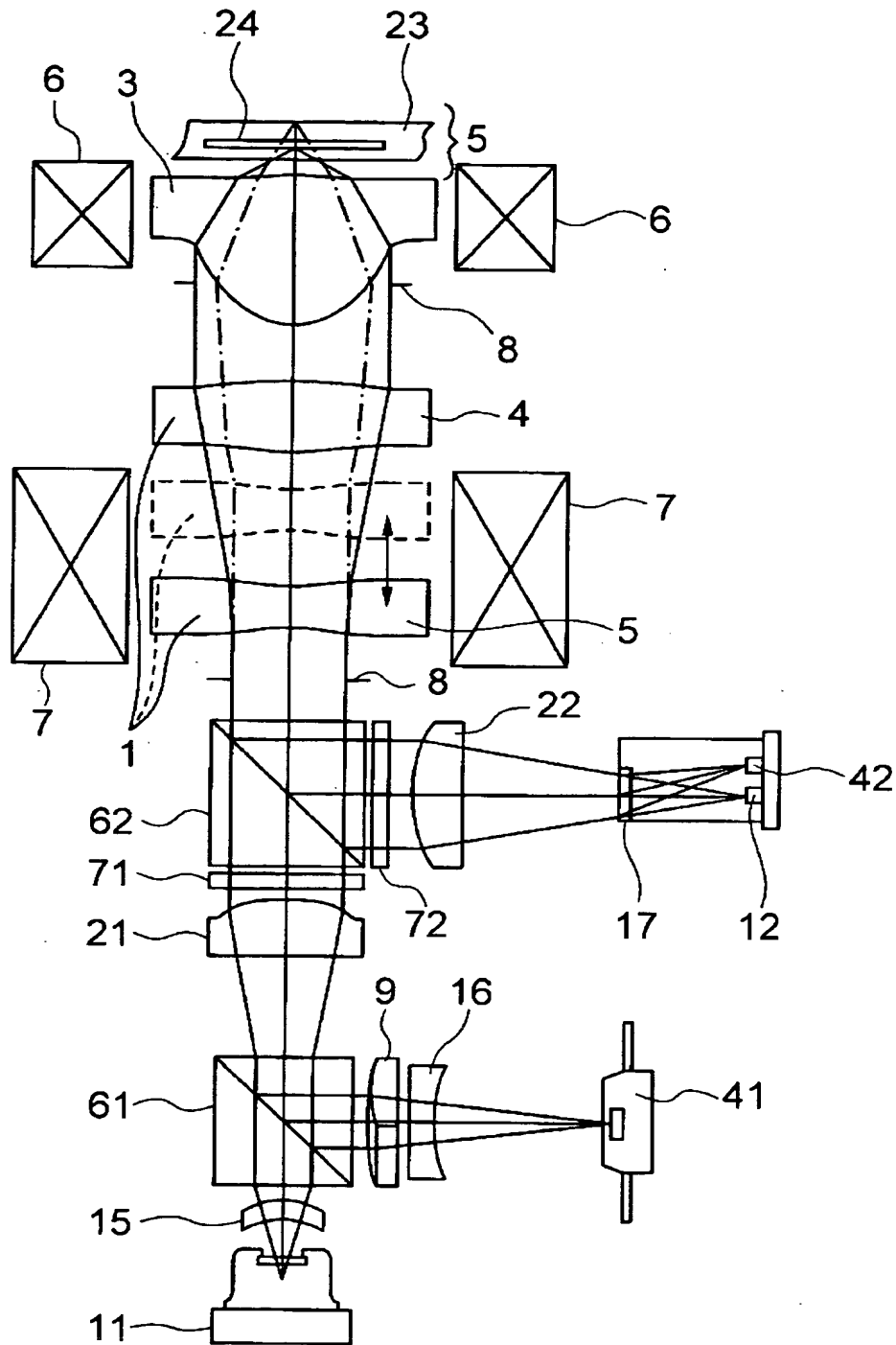
- 3 対物レンズ
- 4 正レンズ
- 5 負レンズ
- 6 対物レンズのアクチュエータ
- 7 負レンズのアクチュエータ
- 8 絞り
- 9 シリンドリカルレンズ
- 1 1 第 1 光源
- 1 2 第 2 光源
- 1 5 カップリングレンズ
- 1 6 凹レンズ
- 1 7 ホログラム
- 2 1 カップリングレンズ
- 4 1、4 2 光検出器
- 6 2 ビームスプリッタ

特2000-139836

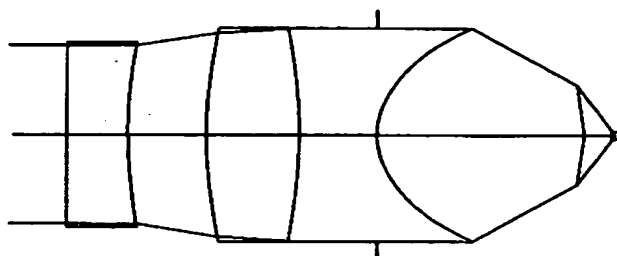
71、72 1/4波長板

【書類名】 図面

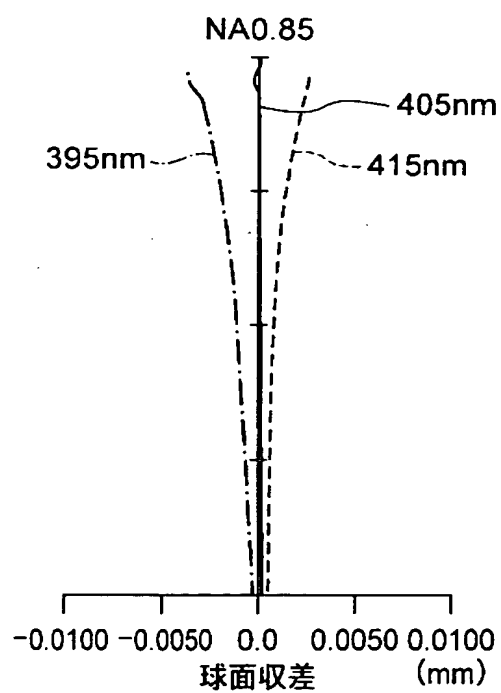
【図 1】



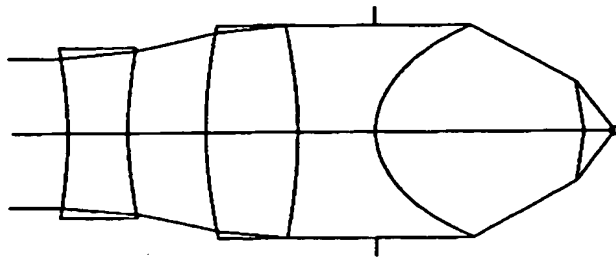
【図 2】



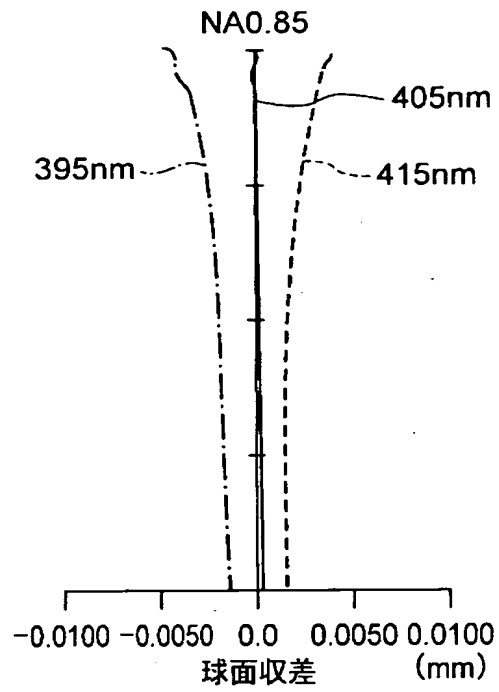
【図 3】



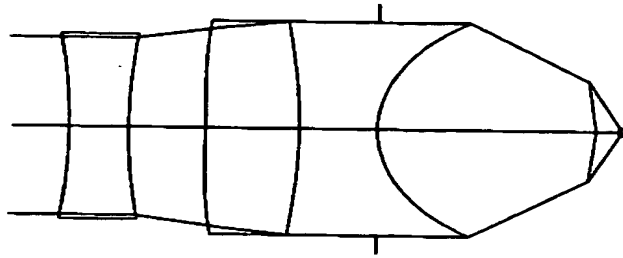
【図 4】



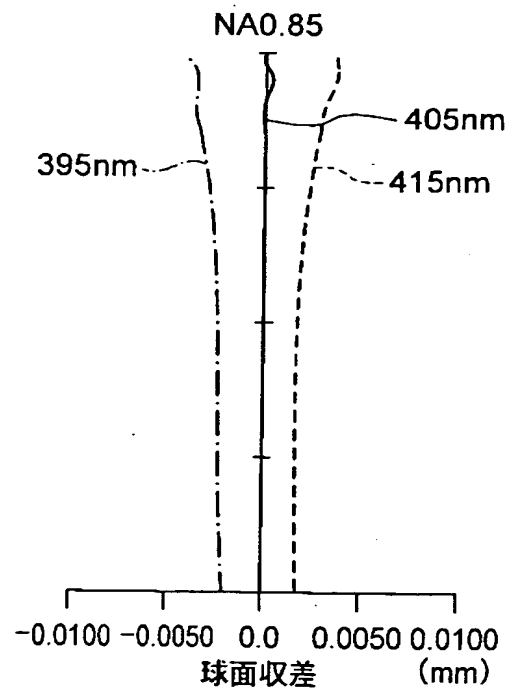
【図 5】



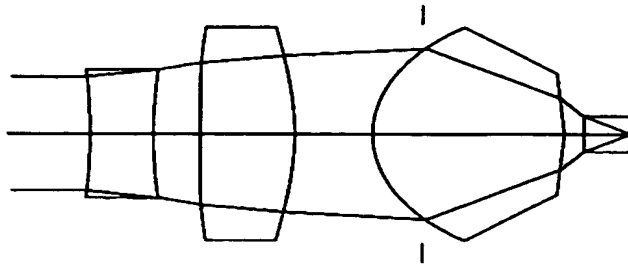
【図6】



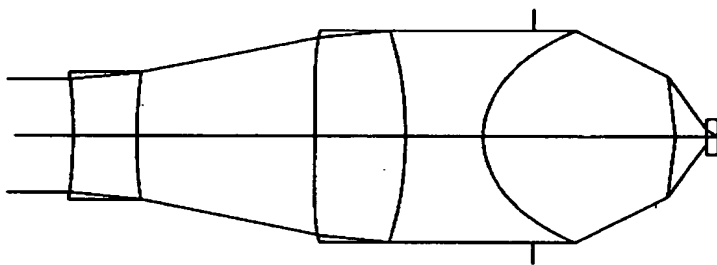
【図 7】



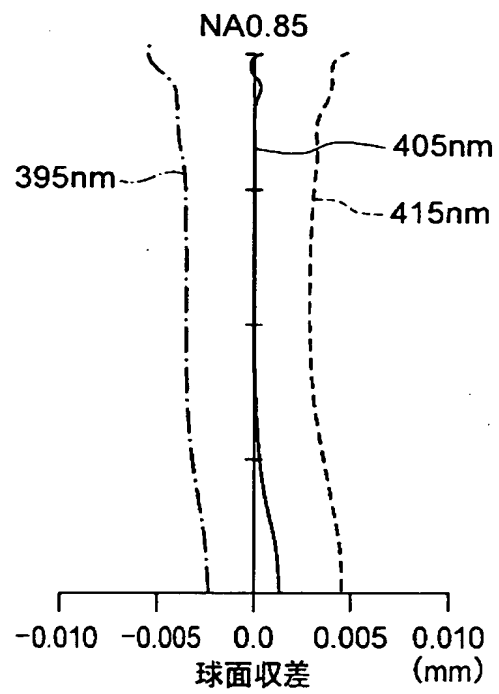
【図 8】



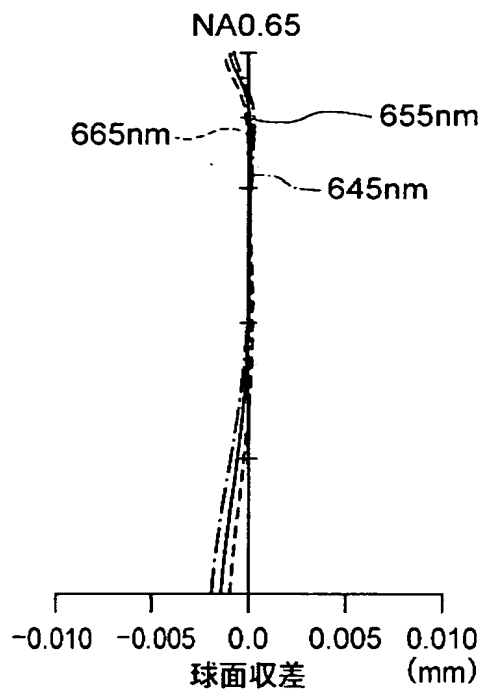
【図 9】



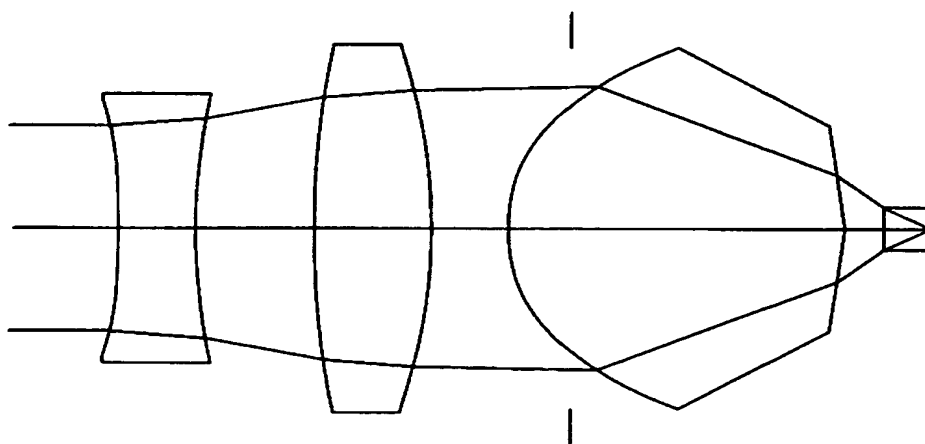
【図 1 0】



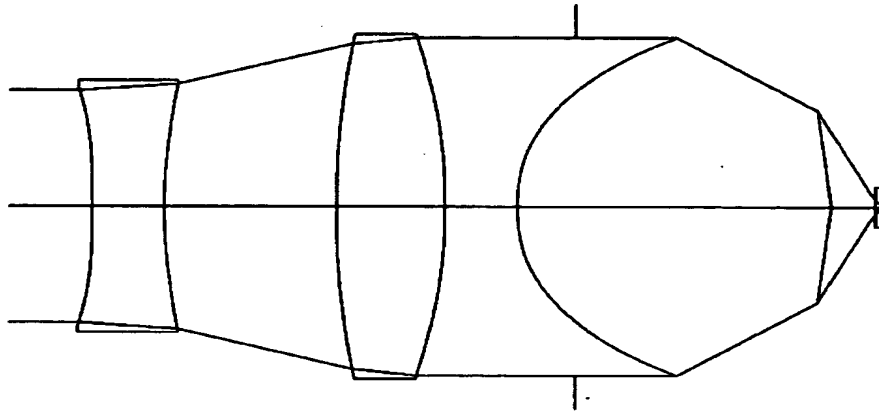
【図 1 1】



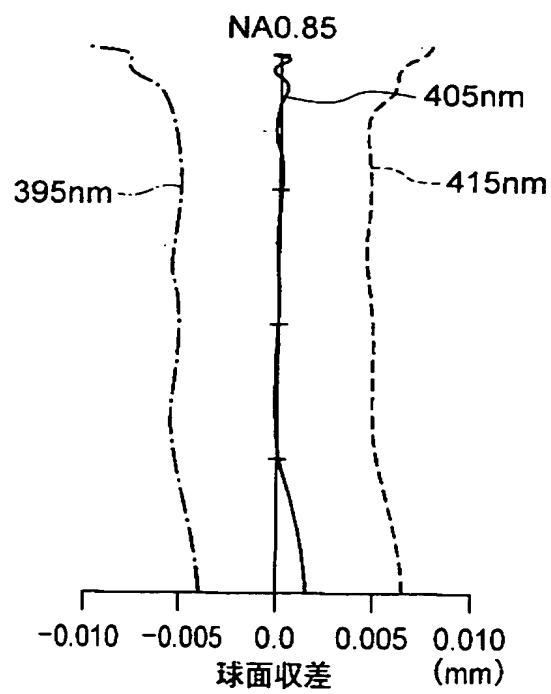
【図 1 2】



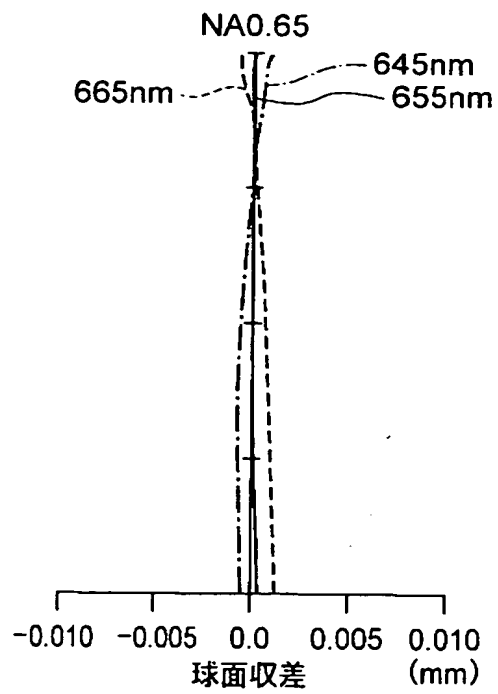
【図 1 3】



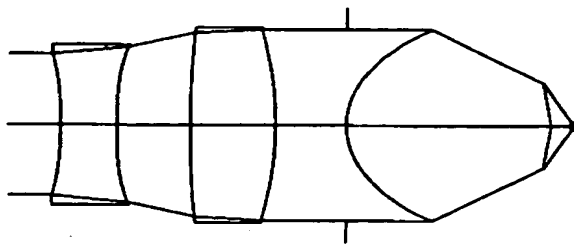
【図 1 4】



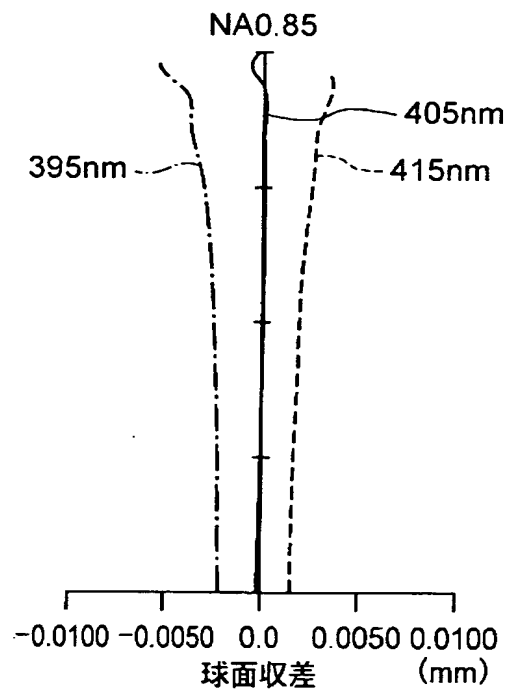
【図 1 5】



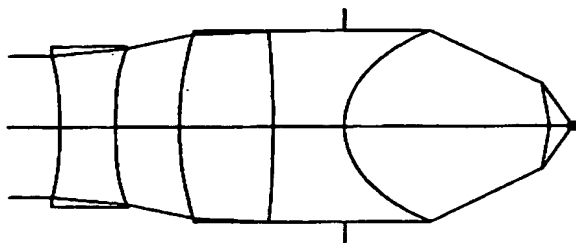
【図 1 6】



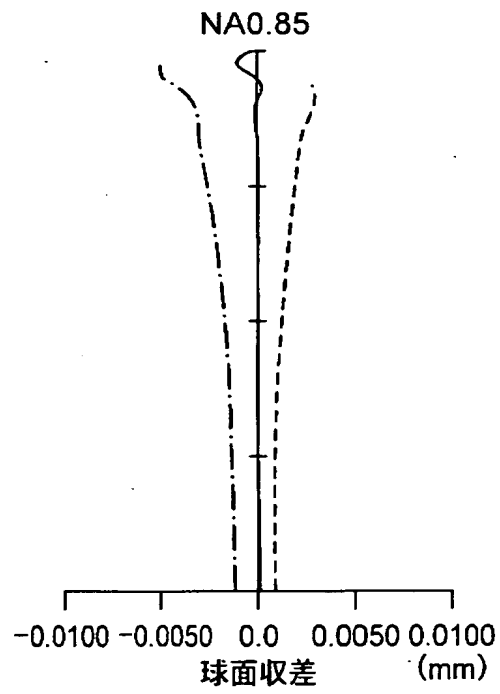
【図 1 7】



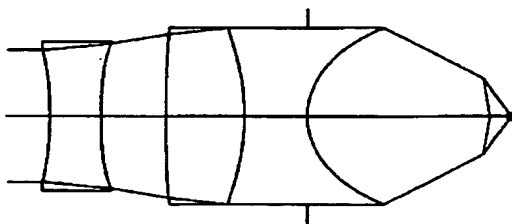
【図 1 8】



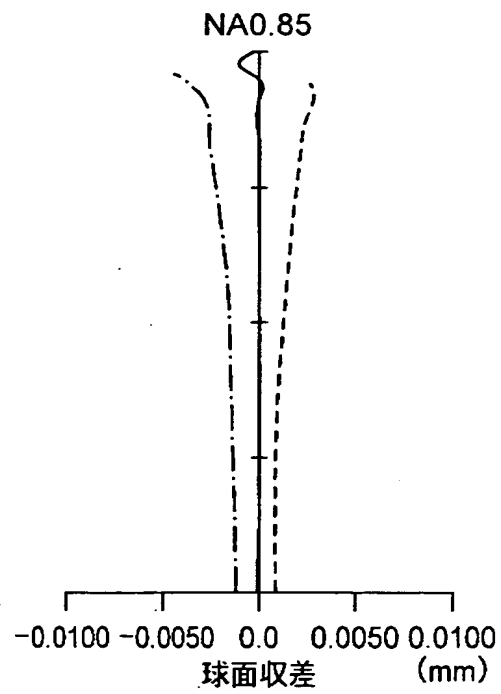
【図 1 9】



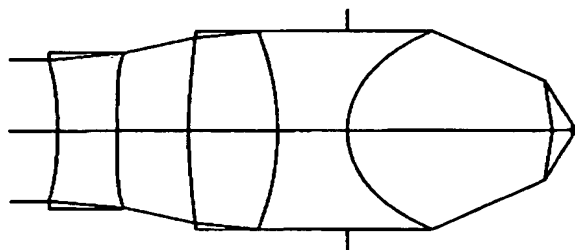
【図 2 0】



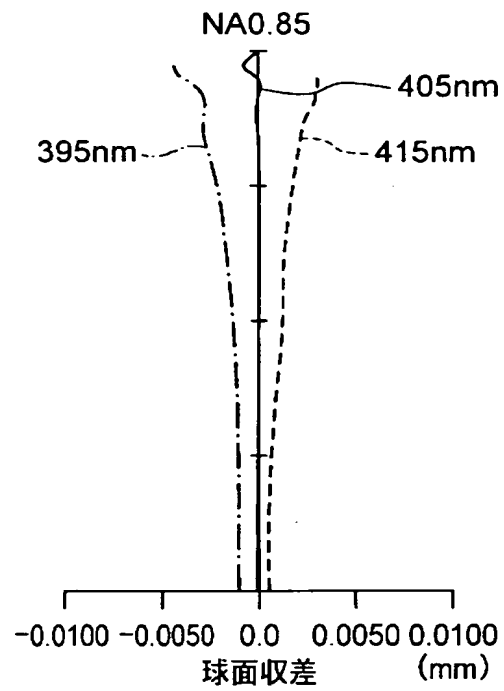
【図 2 1】



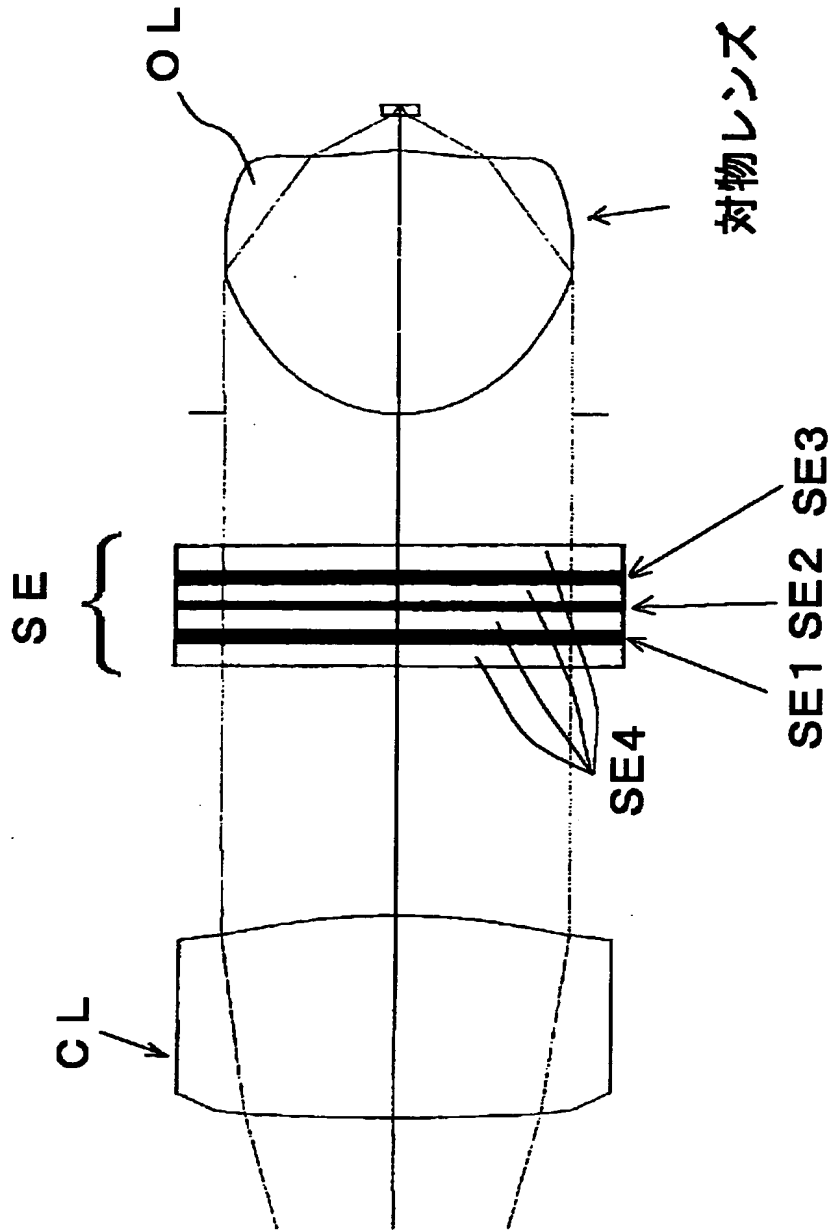
【図 2 2】



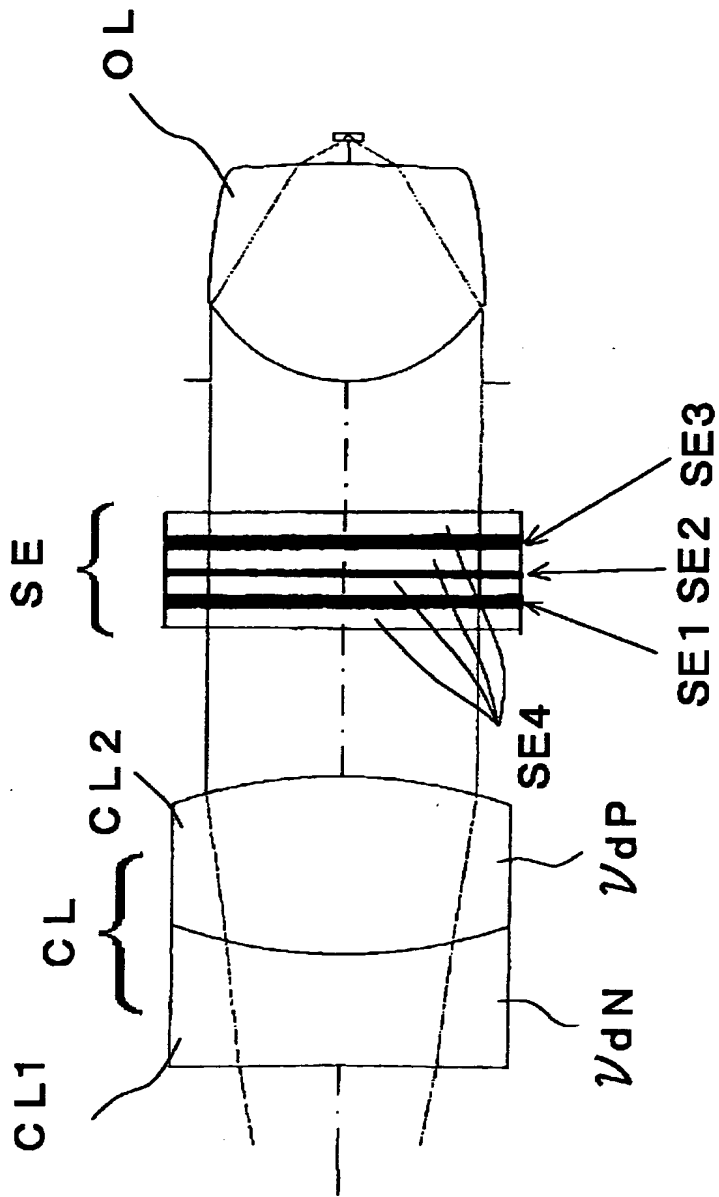
【 図 2 3 】



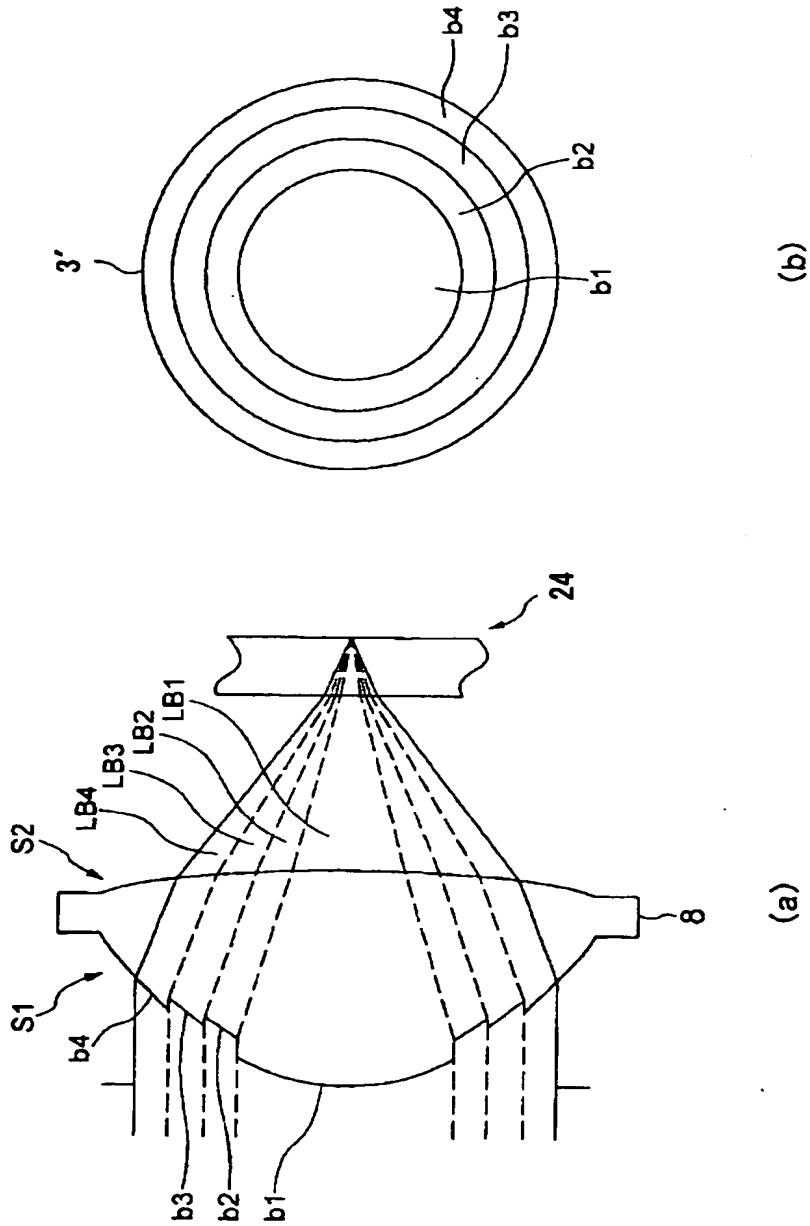
【図 24】



【図 25】



【図 2 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

半導体レーザーのモードホップに起因する球面収差の変動を効果的に補正できる光ピックアップ装置及び光学系を提供する。

【解決手段】

半導体レーザーである光源 1 1 と対物レンズ 3 との間に、対物レンズ 3 で発生する球面収差の変動を補正する手段（負レンズ 4）を設けているので、半導体レーザー 1 1 にモードホップ現象などが生じて、発振波長に変動が生じた場合でも、それに起因する対物レンズ 3 の球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。又、環境温度や湿度変化に応じて、対物レンズ 3 に屈折率変化が生じたような場合でも、それに起因する対物レンズ 3 の球面収差の変動を、効果的に抑制することが出来る。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-139836
受付番号	50000588213
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年 5月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 5月12日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001270]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
氏 名 コニカ株式会社